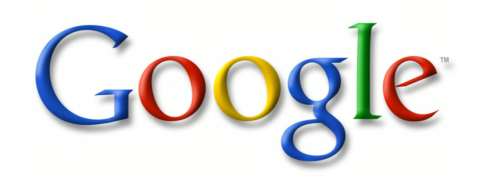
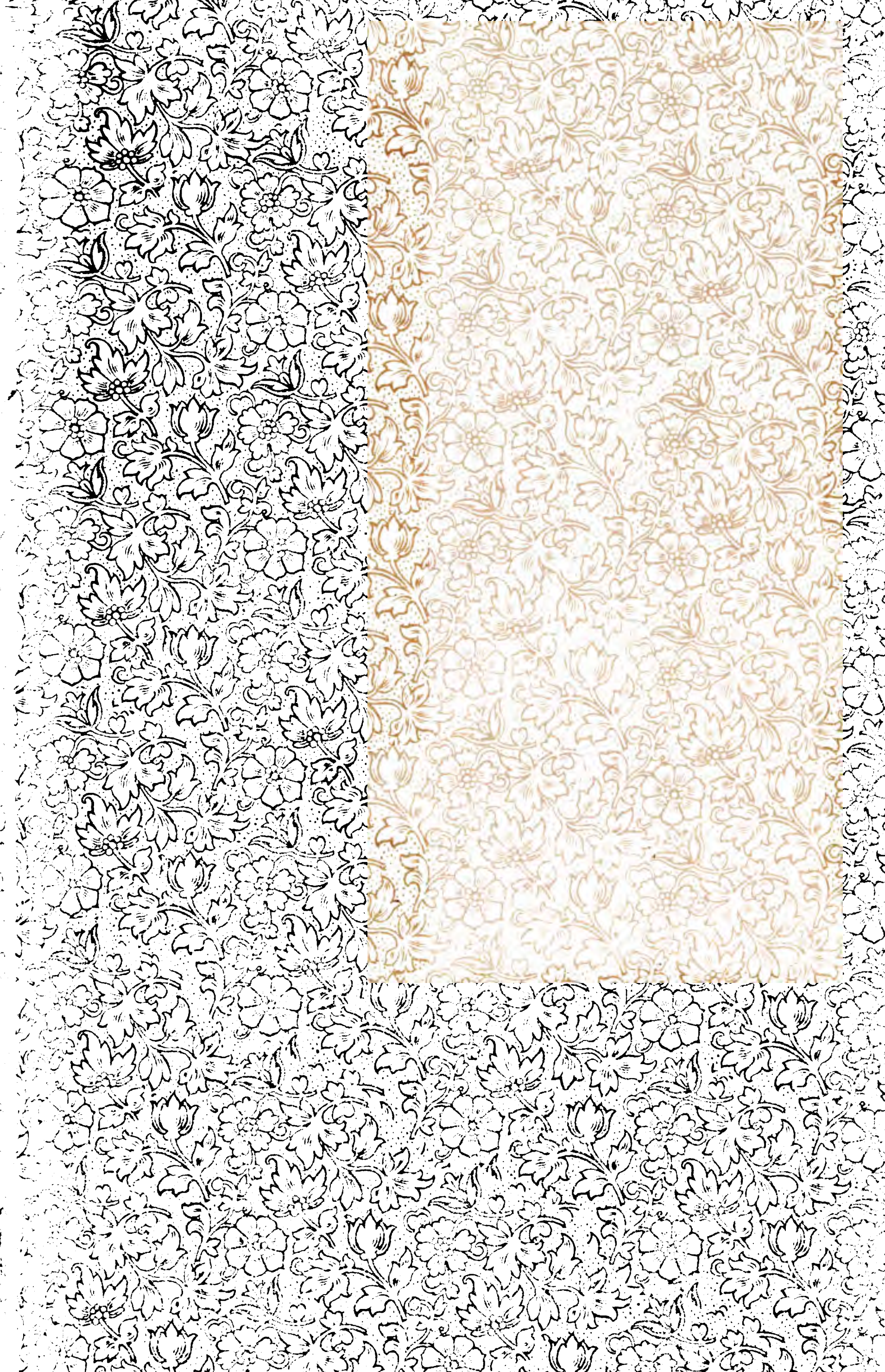








INSTRUCTION PRATIQUE

SUR

LES SCIERIES



Corbeil, typogr. et stéréot. de Crété.

INSTRUCTION PRATIQUE

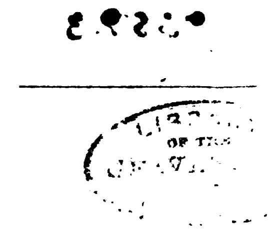
SUR

LES SCIERIES

PAR P. BOILEAU

Pierre Prosper

DEUXIÈME ÉDITION



PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

DE E. LACROIX

ANCIENNE MAISON MATHIAS

54, rue des Saints-Pères.

1861

INSTRUCTION PRATIQUE

SUR

LES SCIERIES



INTRODUCTION

La division des matériaux solides employés dans les constructions est une des opérations industrielles les plus indispensables et les plus universellement pratiquées : aussi l'illustre géomètre Euler n'a-t-il pas dédaigné, il y a déjà plus d'un siècle, d'appliquer l'analyse au travail des scies droites ; il en a déduit deux règles pratiques qui, aujourd'hui, ne sont point encore connues de tous les constructeurs. M. le général Poncelet a fait des observations nombreuses sur le sciage à bras, et l'une des leçons du beau cours qu'il a fondé en 1825 à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie avait pour objet le calcul des effets des forces mises en jeu dans le mouvement des scieries : en outre, son grand et célèbre ouvrage intitulé *Rapport sur les machines et outils employés dans les manufactures* contient l'historique des inventions et des perfectionnements relatifs à ces opérateurs. La

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale et l'Académie de Metz ont successivement inséré dans leurs Mémoires deux judicieux rapports contenant les résultats d'observations faites sur une machine de ce genre établie à Metz, et qui présentait, relativement à celles que l'on avait jusqu'alors construites, de notables perfectionnements. Plus récemment, M. le général Morin a fait exécuter sous sa direction, dans les ateliers des Messageries, une série étendue d'utiles expériences sur plusieurs machines à travailler le bois, parmi lesquelles étaient comprises une scierie rectiligne et deux scieries circulaires.

Les résultats de ces diverses investigations concernent le travail dynamique qu'exige la résistance des bois à l'action de l'outil ; j'y ai joint ceux que j'avais obtenus dans des recherches spéciales effectuées à l'École d'application. Considérant d'abord le bois de chêne, j'ai déduit de l'examen comparatif des différentes valeurs expérimentales celles qui conviennent au chêne de dureté moyenne, et je les ai représentées par une formule simple exprimant la quantité de travail mécanique qui correspond au débit d'un mètre carré de surface de trait de scie : on passera de cette quantité à celles qui concernent les autres essences de bois, au moyen d'une collection de rapports numériques. Ces notions sont précédées de considérations relatives au mode d'action de l'outil, ainsi qu'aux modifications que peuvent introduire, dans le travail industriel et les forces développées, la forme et la voie des dents, la vitesse de l'opération, l'épaisseur des pièces débitées, le sens du sciage... etc.

Relativement à leur mécanisme, les nombreuses

scieries employées par l'Industrie présentent trois types bien distincts, selon que l'outil est rectiligne, ou circulaire, ou à lame sans fin : le premier comprend aujourd'hui une grande variété de dispositifs dont on trouvera la description dans les *Bulletins de la Société d'encouragement* ou dans la *Publication industrielle* de M. Armengaud, mais les idées appliquées dans la construction de ces machines sont en petit nombre et anciennes : ainsi, le châssis porte-lames reçoit généralement son mouvement rectiligne alternatif de bielles articulées, d'une part avec ce châssis, de l'autre avec une manivelle, système décrit par Ramelli en 1588 et adopté par Bélidor dans la construction de la scierie de l'arsenal de La Fère en 1736 ; on adapte un volant à l'arbre de cette manivelle comme le conseillait Salomon de Caus d'après une scierie qu'il avait vue fonctionner en Suisse au commencement du dix-septième siècle ; le travail simultané de plusieurs lames fixées au même châssis a été proposé par J. Besson vers 1570 ; enfin l'ingénieux mécanisme du pied-de-biche et de la roue à déclic, employé sous des formes diverses par tous les constructeurs pour faire avancer contre l'outil la pièce de bois posée sur un chariot, se trouve dans des descriptions qui remontent au seizième siècle : les scieries à mouvement alternatif employées par quelques industries spéciales comme le débit des bois en feuilles minces présentent seules des exceptions à cette uniformité de principes. Je me suis particulièrement occupé des machines d'un usage général, en considérant d'abord le cas le plus fréquent, c'est-à-dire celui du sciage longitudinal : après de nombreuses observations effectuées

dans les usines, j'ai choisi, pour les détails de construction comme pour l'agencement des différentes parties du mécanisme, le dispositif qui m'a paru le mieux approprié à la nature de l'ouvrage industriel et le plus économique au double point de vue de l'emploi de la force motrice et des frais d'établissement ou d'entretien, puis j'y ai introduit quelques perfectionnements dont le principal consiste à régler le mouvement du chariot de façon que les dents de l'outil s'usent uniformément. Quant au sciage transversal des grosses pièces, l'absence d'un bon mécanisme fait généralement recourir aux scies à bras; pour introduire dans cette opération les avantages résultant de l'emploi des machines, j'ai proposé un nouveau dispositif qui est également applicable au débit mécanique des blocs de pierre ou de marbre. Les scies circulaires sont des outils moins modernes qu'on ne le pense généralement, si, suivant l'opinion de quelques auteurs, l'invention doit en être attribuée au docteur Hooke (1665). Quoi qu'il en soit, l'illustre Brunel est le premier qui en fit des machines rapides, puissantes et économiques dont les grands avantages excitèrent, dès les premières années de notre siècle, l'attention du monde industriel. Depuis cette époque, l'usage des scieries circulaires s'est de plus en plus multiplié : un grand nombre d'industries les utilisent; on les emploie pour découper l'ivoire et l'écaille, tandis que les ingénieurs métallurgistes leur font trancher des barres de fer [1]. On les combine pour

[1] Lorsque les rails pour chemins de fer sortent, encore rouges, des cylindres cannelés qui leur donnent le profil transversal voulu, il faut les couper de

fabriquer, avec une précision presque géométrique, différentes parties des roues de voiture, les tenons et les mortaises des parquets de luxe ; on s'en est servi pour recéper sous l'eau les pilots des fondations des ponts et des autres constructions hydrauliques... etc. Le seul inconvénient que présentaient jusqu'ici ces machines était de ne pouvoir s'appliquer au débit des grosses pièces sans augmenter le diamètre des lames jusqu'à deux fois et demie l'épaisseur de ces pièces, ce qui nécessite un accroissement proportionné dans l'épaisseur du métal et par suite augmente considérablement les résistances à vaincre en même temps que le déchet de matière : cet inconvénient et les avantages qui résulteraient de la suppression des scieries à mouvements alternatifs, ont depuis longtemps occupé les ingénieurs : ainsi Brunel avait construit, pour couper transversalement les corps d'arbre, une machine dans laquelle la lame circulaire, suspendue à un équipage mobile, se déplaçait automatiquement de manière à parcourir le contour entier de la section à opérer; peu d'années après, un auteur dont le nom est resté inconnu a proposé la combinaison de deux lames superposées dans le même plan, combinaison que j'ai trouvée de mon côté, ne connaissant pas cette

---

longueur en abattant une portion irrégulière à leur extrémité. Cette opération s'effectue rapidement au moyen d'une grande scie circulaire en acier ou mieux en tôle de fer, de $0^{m},005$ environ d'épaisseur, renforcée par de larges disques, accompagnée d'un volant, et animée d'une vitesse de 1,000 à 1,200 tours par minute. On a employé depuis peu d'années, pour mouvoir ces outils, une roue à réaction ou éolipyle à vapeur montée sur le même arbre de rotation, ce qui constitue un appareil simple, sans transmission de mouvement : quelques instants avant le sciage on introduit la vapeur, puis la force vive acquise par l'ensemble des masses rotatives entretient suffisamment le mouvement pendant la durée très-courte de l'opération.

circonstance : le dispositif par lequel je l'ai réalisée, a été favorablement accueilli [1].

Antérieurement à l'importation en France des scieries circulaires, on avait essayé des machines dont l'outil était une lame rectiligne dans la partie qui opérait, mais continue, et passant sur deux poulies de renvoi, à la manière des courroies sans fin employées pour les transmissions de mouvement. Cette idée a été reprise plus récemment et jusqu'à ces derniers temps par plusieurs constructeurs, dans le but de réunir les avantages d'un travail continu à celui de pouvoir débiter des pièces épaisses. A ce sujet, il faut remarquer que la tension des lames dont il s'agit produisant une grande pression sur les tourillons des poulies, il en résulte des frottements considérables et une usure de ces tourillons ou de leurs garnitures, par suite de laquelle cette tension s'affaiblit, de sorte qu'il faut la rétablir fréquemment. L'emploi de ces dispositifs paraît devoir être restreint aux ouvrages délicats qui peuvent être effectués avec des lames étroites et très-minces ; en restant dans ces limites, M. Perin, de Paris, a construit une très-bonne scierie à chantourner : la lame, dont l'épaisseur est inférieure à $0^m,001$ et dont la largeur atteint rarement $0^m,014$, passe sur une poulie motrice et une poulie de renvoi garnies à leur pourtour d'une bande de cuir ou de peau élastique : l'arbre de la poulie de renvoi, qui est située à la partie supérieure du système, est porté par une pièce engagée latéralement dans

---

[1] Voir dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* le rapport sur le concours pour le prix de mécanique de l'année 1855, et dans l'ouvrage déjà cité de M. le général Poncelet, la note de la page 583 (première partie).

des coulisses verticales appartenant au bâti en fonte, et creusée en écrou à son centre, de sorte que la vis à filets carrés qui traverse verticalement cet écrou permet de régler à volonté la tension de la lame, ou de la détendre entièrement pour l'enlever. Cette lame, à l'endroit où elle opère, passe dans un guide vertical de $0^m,06$ environ de hauteur garni intérieurement de deux joues minces en bois et porté par une forte tige susceptible d'être montée ou descendue suivant que la pièce à chantourner a une hauteur plus ou moins grande au-dessus de la table en fonte qui la supporte, et de manière que la face inférieure du guide affleure presque la face supérieure de cette pièce. Les lames de cette scierie, modérément tendues, conservent une sorte de flexibilité transversale qui les rend particulièrement avantageuses pour le genre de travail auquel elles sont destinées : le bois à débiter doit être présenté et guidé à la main en ayant soin d'appuyer très-peu sur l'outil.

Un chapitre spécial de cette instruction pratique est consacré à la production et à la transmission de la puissance motrice. Après quelques données relatives au choix du moteur, on trouvera la marche à suivre et les formules à employer pour calculer la puissance dynamique de la machine motrice d'une scierie. Passant ensuite aux transmissions de mouvement, j'indique leur organisation, puis j'expose, avec tous les détails nécessaires, la théorie des courroies, leurs propriétés pratiques, les règles et les données numériques relatives à leur établissement. L'emploi de ces organes est devenu général dans les ateliers, et s'applique maintenant à toute espèce de machines opératrices, cependant

ils sont rarement établis dans les meilleures conditions; ainsi, l'on construit encore des tambours en charpente à surfaces discontinues dont je démontre les désavantages; les tensions des courroies ne sont point toujours déterminées d'après les efforts à transmettre, de manière à fournir des rapports de mouvement exacts, tout en évitant de fatiguer les ressorts élastiques ou de faire une trop grande dépense de matière; en outre, lorsqu'on a calculé ces tensions, il faut les réaliser, et les moyens employés à cet effet n'avaient pas toute l'exactitude désirable. Des idées utiles ayant été émises sur l'accroissement des vitesses de ces transmissions de mouvement, je les ai exposées en indiquant la marche à suivre pour déterminer les limites pratiques au delà desquelles leur application cesse d'être avantageuse.



INSTRUCTION PRATIQUE

SUR

LES SCIERIES

CHAPITRE PREMIER

TRAVAIL DE L'OUTIL. — ÉTUDE DES RÉSISTANCES QU'IL FAIT NAITRE.

§ Ier.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

1. **Nature du travail de l'outil.** — Les observations multipliées que j'ai faites en 1842 et qui sont consignées dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences, montrent que, dans le travail des scies, les fibres du bois sont coupées, brisées, arrachées et quelquefois tordues [1].

[1] En examinant la sciure de sapin avec un verre grossissant, j'ai reconnu qu'elle se composait : 1° d'une poussière très-fine; 2° de grains dont la plus grande dimension était à peu près égale à la voie de la scie; 3° de grains intermédiaires entre ceux-ci et d'une grosseur différant très-peu de l'épaisseur de la lame. La surface de ces grains est couverte d'une sorte de poils d'une extrême ténuité qui proviennent probablement des ligaments par lesquels les grandes fibres sont attachées et rendues solidaires entre elles. Ces ligaments sont en partie arrachés et rompus par traction, en partie coupés par les aspé-

Indépendamment de cette complication d'effets dont chacun est soumis à des lois particulières, il suffit de considérer la grande variété de contexture des bois de diverses essences, la distribution inégale des nœuds, les âges différents des diverses couches ligneuses et les effets du temps sur la dureté des arbres abattus, pour reconnaître l'impossibilité de parvenir à des lois exactes et surtout générales, de la résistance des bois à l'action des outils de tout genre que l'industrie emploie. Peut-être les progrès de la physiologie végétale feront-ils disparaître un jour ces obstacles, mais il paraît très-probable que les lois de résistance qui pourront être déduites

---

rités des arêtes des dents, aspérités qui font de ces arêtes de véritables scies, et c'est vraisemblablement à cette dernière action qu'est due la poussière précitée.

Pour le sapin sec et le sciage parallèle aux grandes fibres, les grains de toute grosseur présentent généralement une forme conchoïde dentelée aux deux bouts, et l'on remarque en outre sur leurs faces des aspérités foliacées. Lorsque l'outil opère transversalement aux fibres, les plus gros grains sont les plus nombreux; ils ont une épaisseur plus forte que dans le sciage longitudinal, et égale, à peu près, à la moitié de leur longueur. Pour le sapin rendu humide par immersion, j'ai observé les mêmes formes que précédemment avec des contours plus arrondis, et, en outre, des grains de trois grosseurs présentant chacun une bifurcation filamenteuse. La sciure du sapin humide était d'un jaune clair et diaphane, tandis que le bois lui-même avait un aspect très-différent.

La sciure du chêne est composée de grains beaucoup moins longs, pour le même outil, que celle du sapin, mais j'ai remarqué encore les trois catégories précitées de grosseur. La surface de ces grains présente en plus grande quantité les ébarbures ligamenteuses précédemment citées; en outre, elles sont plus grosses et plus courtes. Il en est de même pour le frêne et le noyer, mais la forme de la sciure est différente pour ces diverses essences. Dans le chêne vert, lorsqu'une grande scie rectiligne traverse des nœuds, elle enlève de véritables copeaux qui peuvent avoir jusqu'à $0^{m},030$ de longueur, et une largeur un peu plus forte que l'épaisseur des dents.

de connaissances plus étendues seront trop compliquées pour être utilisées dans la pratique ordinaire des machines. Quoi qu'il en soit, nous devons, pour le présent, nous borner à des approximations, sinon grossières, au moins en rapport avec la nature du travail industriel auquel elles correspondent, et suffisantes pour l'établissement des machines, soit motrices, soit opératrices, à l'aide desquelles on effectue ce travail. En considérant d'ailleurs spécialement celui des scieries, on voit que leurs outils attaquant généralement un assez grand nombre de couches ligneuses, les résultats de l'expérience peuvent fournir des valeurs moyennes suffisamment approximatives des quantités de travail moteur que la résistance des bois exige, pourvu, toutefois, qu'on ait le soin de tenir compte des circonstances qui influent le plus sur ces valeurs dans l'ensemble du travail.

2. **Examen des circonstances principales qui influent sur la résistance des bois à l'action de l'outil.** — Ces circonstances sont :

L'essence du bois ;

Son âge et le temps pendant lequel il est resté sur chantier, depuis la coupe de l'arbre ;

Le sens du sciage par rapport aux fibres ;

Les facilités que présente au dégagement de la sciure la lame de scie, que nous supposons d'ailleurs bien affûtée, trempée au degré convenable et suffisamment tendue pour ne point fléchir pendant le travail ;

Le rapport entre la vitesse de l'outil et celle avec laquelle le bois est présenté à son action ;

La voie de la scie ;

L'épaisseur du bois parallèlement au plan du mouvement de la lame, et, dans certains cas, la distance du trait à la face extérieure latérale de la pièce débitée.

Les données expérimentales que l'on possède concernent presque uniquement le cas où le trait de scie est effectué dans le sens de la longueur de l'arbre, cependant le sciage transversal se produit aussi, quoique moins fréquemment, dans les usines. Or, il est reconnu que le premier genre de travail rencontre toujours une résistance supérieure à celle du second, ce qui s'explique d'ailleurs en observant que, dans ce dernier cas, la résistance à vaincre provient en grande partie de l'adhérence latérale des fibres, adhérence qui est produite surtout par une multitude de ligaments fibreux très-déliés constituant les parties molles ou moins dures des bois ; tandis que, lorsqu'on opère parallèlement aux grandes fibres, c'est l'élasticité de celles-ci et leur résistance à la rupture qui jouent le principal rôle.

La proportion des angles ou des courbes rentrantes de la dentelure des lames a une influence plus grande qu'on ne pourrait le penser au premier abord. Ainsi, dans des expériences faites à Tournay, en 1849 [1], par M. le capitaine Coquilhat, de l'artillerie belge, en employant une scie circulaire dont les dents, trop rapprochées, faisaient obstacle au dégagement de la sciure, puis, toutes choses étant égales d'ailleurs, en supprimant une dent de cette lame sur deux, la résistance a varié dans le rapport de 2 à 1,3. On ne saurait donc trop s'attacher, dans la fabrication des lames de scie, à augmenter la partie des dents qui offre un logement à la sciure.

Le dégagement de cet obstacle est encore favorisé par la déviation des pointes des dents et la disposition de celles-ci en surface gauche, ce qu'on appelle *donner de la voie ;* mais il en résulte un inconvénient, celui d'augmenter le déchet

[1] Voir le *Journal des Armes spéciales,* tome VII, 1850.

de matière et d'introduire, en même temps qu'une cause de diminution, une cause d'accroissement dans la résistance. Il paraît, en effet, résulter de mes propres expériences et de celles de l'auteur précité, que la quantité de travail moteur nécessaire pour vaincre les résistances du bois augmente avec le volume du trait qui est le produit de ce qu'on appelle la *surface débitée* par la distance mutuelle des deux parois latérales, distance que nous nommerons l'*épaisseur du trait*, et cette dernière quantité est un peu plus grande que la voie de la scie, dans un rapport qui dépend de l'essence et de l'état de siccité du bois. Il faut donc que l'ouvrier saisisse le degré de déviation des dents qui donne une facilité suffisante pour le dégagement de la sciure, et qu'il n'augmente point au delà cette déviation.

Le rapport entre la vitesse du bois et celle de l'outil est encore une donnée importante, car c'est de ce rapport que résulte la quantité dont chaque dent mord dans la matière, quantité qui, si elle était trop grande, donnerait lieu à un travail défectueux, et qui, trop petite, ferait perdre beaucoup de temps. Dans les scieries à mouvements alternatifs, lorsque le bois avance pendant que l'outil opère, ce qui est le cas des machines modernes, en désignant par

m la quantité dont il s'agit,
r le rapport précité,
d la distance qui sépare les pointes de deux dents consécutives,

il est facile de s'assurer que

$$m = rd;$$

de sorte que la pièce débitée pourrait avancer relativement plus vite pour les lames à dents courtes que pour les autres. Lorsque, dans le but d'éviter que les pointes des dents ne frot-

tent, en remontant, contre le fond du trait, on donne une légère obliquité à la ligne qui les contient, la quantité m s'augmente du retrait de chaque dent sur celle qui la précède.

L'épaisseur du bois parallèlement au plan du mouvement de la scie a une influence considérable qui tient à plusieurs causes : 1° le nombre de dents engagées à la fois fait augmenter proportionnellement les résistances à vaincre ; 2° les fibres inférieures du bois, n'étant pas appuyées comme les autres sur la masse de la matière, résistent moins que celles-ci à l'action de l'outil ; or, dans une pièce mince, la proportion de ces fibres est plus grande que dans une épaisse ; 3° la sciure est tout de suite dégagée hors d'une pièce mince, tandis que, dans un morceau de gros équarrissage où beaucoup de dents sont engagées à la fois, la sciure qui est formée par les dents supérieures, entraînée avec elles dans toute la hauteur du trait, nuit notablement à l'action de leur arête tranchante. Ce dernier effet sera d'autant moins sensible que le bois sera plus sec et la figure des dents mieux disposée pour donner un logement à la sciure. Enfin, pour ne rien omettre, il faut remarquer que, dans le débit des grosses pièces en planches, ou en madriers de 0m,05 d'épaisseur environ, le madrier extérieur est plus facile à scier que les autres, parce qu'il a une tendance naturelle à se détacher.

Dans l'énumération des causes de variation de la résistance au travail du sciage, nous n'avons pas compris la vitesse absolue de l'outil, bien qu'elle ait une certaine influence, parce que nos expériences et la comparaison des résultats obtenus par divers ingénieurs nous ont montré qu'entre les limites des vitesses employées dans l'industrie cette influence peut être négligée, et qu'elle n'a une importance réelle que sous le rapport de l'échauffement de l'outil et de la chance qu'il a d'être rompu dans la rencontre des dents avec un nœud très-

dur. En outre, il faut renoncer à l'ancienne habitude de faire mordre l'outil seulement après qu'il a acquis une certaine vitesse; Euler a démontré, en 1756 [1], l'inutilité de cette disposition, et d'ailleurs le danger de rupture qu'elle entraîne peut facilement être aperçu.

3. **Distinction et rapport à établir entre les deux genres de résistance que fait naître le travail de l'outil.** — La résistance des bois dans l'opération du sciage est de deux sortes, savoir : 1° celle que la matière oppose à la pénétration des pointes des dents perpendiculairement à la ligne qu'elles décrivent, et qui nécessite un certain effort pour faire avancer le bois ; 2° la résistance dans le sens du mouvement des dents. Le mode d'expérimentation adopté dans mes recherches précitées permettait d'obtenir séparément ces deux résistances ; j'ai su depuis, que M. Poncelet, en 1829, avait atteint le même but en employant un châssis de scierie tiré horizontalement à la main par l'intermédiaire d'un dynamomètre, et chargé d'un poids connu : on peut conclure de ses observations les résultats inscrits dans le tableau suivant où nous désignons par Y la résistance du bois à l'action longitudinale de la scie, et par X celle qu'il opposait à la pénétration des pointes des dents perpendiculairement à Y, c'est-à-dire à la longueur de la lame. Le bois était de chêne sec et les pièces de fort équarrissage.

DÉSIGNATION DE L'OUTIL.	RAPPORT $\frac{X}{Y}$.	VOIE.
		mm
Outil des scieurs de long...............	0,825	3,75
Grande scie à dents triangulaires taillées irrégulièrement......................	0,930	4,5
Scie à main, bien affûtée...............	0,454	1,5

[1] *Mémoires de l'Académie de Berlin.*

Ces trois résultats indiquent que le rapport des résistances augmente avec la voie de la scie. Pour les circonstances ordinaires des bonnes scieries alternatives et le bois de chêne scié en long, on pourrait admettre le rapport approximatif de $\frac{4}{5}$.

Mes expériences sur le sapin sec, effectuées en employant constamment la même lame, conduisent à la formule empirique

$$\frac{X}{Y} = \frac{Al}{B - Cm} w,$$

dans laquelle *m* est la quantité dont chaque dent mord dans le bois, *w* est la voie de la scie, *l* sa course, A, B, C, des coefficients numériques dépendant de l'état du bois et du sens du sciage.

---

§ II.

ÉVALUATION DU TRAVAIL DYNAMIQUE CORRESPONDANT A UN MÈTRE CARRÉ DE SURFACE DÉBITÉE.

Une notion fondamentale pour l'établissement des scieries mécaniques, est la quantité de travail moteur qui doit être transmise à l'outil pour débiter le mètre carré de surface de trait de scie, surface que l'on évalue en multipliant l'épaisseur du bois par la longueur du trait.

Dans les grandes scieries bien établies, la voie de la scie est de 3 millimètres à $3^{mm},5$; c'est à cette circonstance que se rapportent les données expérimentales que nous allons faire connaître, en commençant par celles qui concernent le chêne de dureté moyenne.

4. **1° Bois de chêne.** — La divergence des résultats relatifs à cette essence de bois exige un examen critique. En

nous bornant à ceux de ces résultats qui se rapportent à des scies dont la voie était de $3^{mm},5$ ou à très-peu-près, nous avons d'abord les expériences faites par M. Poncelet et par M. Woisard, puis, postérieurement, par MM. Gosselin, Bardin et Glavet, sur une grande scierie verticale à plusieurs lames, décrite dans les *Bulletins de la Société d'encouragement* pour l'année 1828, et sur une scierie circulaire. Dans les deux premières séries d'expériences, le travail des frottements a été évalué en faisant marcher la machine à vide, c'est-à-dire en supprimant le travail du sciage; dans la troisième, on a placé le frein dynamométrique de Prony successivement sur les divers axes de rotation du mécanisme [1]. Les valeurs suivantes ont été trouvées pour la quantité de travail correspondante au débit d'un mètre carré de surface dans des pièces de chêne équarries :

		kilogrammètres.
Par M. Woisard		67805
Par M. Poncelet		34200
		32085
		36200
		31243
	Moyenne	34576
Par MM. Gosselin, Bardin et Glavet.	Scierie alternative	53381
	Scierie circulaire	50326

Les expériences de M. Poncelet ont été effectuées sur du chêne vert, dont la résistance n'est, toutes choses égales d'ailleurs, que les $\frac{2}{3}$ de celle du même bois conservé sur chantier, d'où il résulte que la quantité de travail unitaire relative au chêne moyennement sec, serait $34576 \times 1,50$ ou

[1] *Mémoires de l'Académie de Metz*, année 1832. — Rapport fait par M. Gosselin, au nom d'une commission composée de cet officier et de MM. Bardin et Glavet.

41864^{km}, chiffre qui s'accorde avec ceux qui ont été obtenus par MM. Gosselin, Bardin et Glavet, mais non avec celui de M. Woisard. Cette différence peut s'expliquer en remarquant : 1° que le bois sur lequel a opéré ce dernier était très-sec et noueux, ce qui s'éloigne des circonstances moyennes que nous voulons adopter comme bases de l'établissement des scieries ; 2° que l'épaisseur de la pièce débitée était de 0^m,315, tandis que dans les autres expériences elle n'était que de 0^m,222. Nous serions donc conduit à adopter pour les pièces de 0^m,20 à 0^m,25 d'épaisseur, la moyenne 51850^{km} fournie par les autres résultats ; mais nous devons observer : 1° que dans les dernières expériences on n'a pu tenir compte exactement de l'influence des secousses imprimées à la machine dans le sciage, de l'inertie de la masse du chariot et du travail mécanique absorbé par les frottements du châssis de la scie dans ses coulisses ; 2° que la méthode de la marche à vide fait attribuer une valeur un peu trop faible à ce frottement, à celui des articulations des bielles et au travail nécessaire pour faire avancer le bois. Par ces motifs, les quantités de travail précitées nous paraissent un peu trop grandes ; aussi le résultat obtenu avec la scie circulaire est-il notablement plus faible, parce que le frein a pu être posé sur l'arbre même qui porte l'outil, et en outre, par suite de la faible influence des secousses imprimées aux masses de l'appareil, secousses qui n'existent presque pas dans un mécanisme aussi simple à mouvement continu. D'un autre côté, les observations dynamométriques faites par M. Poncelet sur le sciage à bras donnent pour la quantité de travail unitaire relative au chêne sec d'équarrissage moyen 42500^{km}.

Influence de la forme des dents. — La différence qui se remarque entre ce résultat et les précédents nous paraît devoir être attribuée à celle que présentait le tracé des dents.

En effet, les lames employées dans les expériences faites sur les scieries mécaniques de Metz étaient découpées en triangles rectangles, tandis que, dans la dernière expérience de M. Poncelet, l'outil était celui des scieurs de long, c'est-à-dire que la face coupante des dents était inclinée sur l'horizontale et suivie d'une échancrure arrondie ; ainsi, en admettant même que les dents aient été également bien affûtées dans les deux cas, on voit que, dans ce dernier, elles devaient couper plus facilement et présentaient à la sciure un logement plus grand, circonstances importantes qui ont lieu également dans le tracé des lames modernes des grandes scieries. En définitive, les nombres qui expriment avec la plus grande probabilité, pour les pièces de $0^m,20$ à $0^m,25$ d'épaisseur, la quantité de travail correspondante au débit du mètre carré de chêne de dureté moyenne et de deux à trois ans de coupe, dans le sciage parallèle à la longueur de l'arbre, sont :

1° Pour les anciennes lames, découpées en triangles rectangles et employées encore dans plusieurs établissements 50300^{km}.

2° Pour les lames modernes mieux tracées et présentant un dégagement plus facile à la sciure 43000^{km}.

Passons maintenant au cas des épaisseurs de bois plus faibles.

M. Lapointe, ingénieur civil, a exécuté, sous la direction de M. le général d'artillerie Morin, dans les ateliers des Messageries, une série d'expériences dynamométriques sur une scierie alternative de M. Philippe et sur deux scies circulaires faisant environ 500 tours par minute. Voici les résultats obtenus en opérant avec ces dernières, pour le bois de chêne :

ÉPAISSEUR de la pièce débitée.	QUANTITÉ de travail par mètre carré de surface débitée.
$0^{m},122$	36350^{km}
$0^{m},116$	32650
Moyenne.	34500
$0^{m},058$	31780
$0^{m},055$	23620
$0^{m},021$	26660

Les deux résultats relatifs aux épaisseurs de $0^{m},058$ et $0^{m},055$ diffèrent trop entre eux pour que nous en prenions la moyenne; il est d'ailleurs évident que le premier est trop fort, puisqu'il est presque égal à celui qui correspond à une épaisseur double, et que le second est trop faible; nous les omettrons donc et nous ne conserverons que les autres, auxquels nous joindrons le chiffre 43000 correspondant à des pièces de $0^{m},22$ environ d'épaisseur. Ces résultats peuvent être liés entre eux par la relation approximative :

$$T_s = 82000E + 24850,$$

dans laquelle E représente en mètres l'épaisseur de la pièce mesurée parallèlement au plan de la lame, et T_s, la quantité de travail du sciage en kilogrammètres. Cette relation ne pourrait convenir pour des épaisseurs très-petites, mais il suffit qu'elle soit applicable entre les limites ordinaires de la pratique.

Influence de la voie de l'outil. — Ces données se rapportent, comme nous en avons prévenu, au cas où la voie est de 3 millimètres à $3^{mm},5$. Pour faire ressortir l'influence de cet élément du travail, nous citerons une expérience effectuée

par M. Poncelet avec une scie à main dont la voie était de $1^{mm},5$; la valeur trouvée alors pour le travail unitaire est 30968^{km} : le bois ayant été noté comme très-sec et très-dur, et son épaisseur étant de $0^{m},240$, le résultat de cette expérience peut être comparé à celui qu'a obtenu M. Woisard, et l'on voit que les deux valeurs du travail mécanique sont à très-peu près dans le même rapport que celles de la voie des scies. Ce résultat vient à l'appui de l'opinion de M. le major Coquilhat, qui admet que la quantité de travail est, toutes choses étant égales d'ailleurs, proportionnelle au volume débité par divers genres d'outils. Toutefois, cette proposition, qui peut être vraie pour les bois durs, ne nous paraît pas devoir être admise sans vérification, en ce qui concerne particulièrement le sciage, pour les bois à constitution fibreuse, tels que le sapin.

Sciage transversal. — Nous n'avons, pour comparer le sciage du chêne en travers au sciage en long, que deux résultats d'expériences dus à M. Coquilhat : le rapport des quantités de travail obtenues par cet officier d'artillerie, en opérant avec une scie circulaire, est celui de 0,79 à l'unité ; mais il faut observer que, dans le sciage en travers, les dispositions prises offraient un plus facile dégagement à la sciure. Nous admettrons, en attendant d'autres résultats spéciaux, que le travail moteur du sciage en travers est les $\frac{4}{5}$ de celui du sciage en long, dans le bois de chêne.

5. **Travail dynamique du sciage en long pour des bois de différentes essences et de deux à trois ans de coupe.** — Nous aurons recours, pour cet objet, aux nombreuses observations de M. Poncelet sur les quantités d'ouvrage effectuées par le sciage à bras dans des bois de diverses essences, et nous y joindrons les résultats des expériences précitées, effectuées sous la direction de M. Morin, en employant un

dynamomètre de rotation [1]. Ces différents documents fourniront le rapport approximatif du travail du sciage des différents bois à celui du chêne de deux à trois ans de coupe ; nous désignerons ce rapport par la lettre R.

5 *bis*. **Quantité d'ouvrage exécutée par un atelier de scieurs de long.** — Cet atelier est, comme on le sait, composé de deux ouvriers dont l'un monté sur la pièce de bois a pour fonction de soulever l'outil, puis de le diriger dans le travail qu'il effectue en descendant par l'impulsion du second ouvrier placé en dessous.

Navier, dans ses *Notes sur l'Architecture hydraulique de Bélidor*, admet que les deux ouvriers se fatiguent également, d'où il résulterait que la résistance du bois pourrait être mesurée par le double du poids de la scie et de son équipage, mais il ne prend pas garde que ce poids est généralement le même pour des bois de différentes épaisseurs et même de duretés diverses. Les observations faites sur la quantité d'ouvrage effectuée dans ce genre de travail sont surtout utiles pour établir les rapports qui vont nous occuper.

D'après celles que M. le général Poncelet a bien voulu me communiquer, un atelier de scieurs de long peutdébit er, en douze heures de travail, $4^{mc},40$ dans des pièces de chêne moyennement sec et d'épaisseur moyenne. On déduira de cette quantité d'ouvrage celle qui concerne d'autres bois, au moyen du tableau comparatif placé à la fin de ce chapitre.

Passons maintenant à l'évaluation approximative du rapport R.

---

[1] On trouvera la description des instruments dynamométriques dans les *Leçons de mécanique-pratique* publiées par M. Morin (tome I) ou dans la *Notice sur divers appareils dynamométriques*, par le même auteur.

1° *Bois d'orme ordinaire.* — D'après les observations de M. Poncelet, on aurait, pour l'orme ordinaire :

$$R = \frac{4,40}{4} = 1,10.$$

D'un autre côté, les quantités de travail obtenues dans la scierie alternative [1] des Messageries donnent :

$$R = \frac{90310}{74520} = 1,21 ;$$

mais il faut observer que l'orme avait quatre ans de coupe, tandis que le chêne n'en avait que trois, ce qui doit augmenter le rapport R ; nous adopterons la moyenne 1,15, les bois étant de gros échantillon.

Pour les madriers, il paraît résulter des observations de M. Poncelet que le travail mécanique correspondant au mètre carré de trait de scie est les $\frac{4}{5}$ seulement de celui qu'exigent les pièces épaisses.

2° *Orme tortillard.* — Ce bois est très-dur et moins sujet à se fendre que la plupart des autres, ce qui le rend surtout précieux pour la fabrication des moyeux et des jantes de roues. Le tableau suivant contient les résultats des expériences exécutées par M. Lapointe :

---

[1] Le dynamomètre fournissait le travail dynamique transmis à l'arbre de la manivelle, travail qui, par conséquent, comprenait ceux du frottement des tourillons de cet arbre, du frottement du châssis porte-outil et des résistances passives du chariot : c'est pourquoi nous avons pris des rapports et non les valeurs expérimentales absolues.

ÉPAISSEUR de la pièce débitée.	QUANTITÉ de travail par mètre carré de surface débitée.
0m,263	118200km
0m,161	111600
0m,080	70320
0m,060	79710
Moyenne.	75015
0m,021	56430

En divisant chacune de ces quantités de travail par celle qui correspond au sciage du chêne pour la même épaisseur, on obtient les valeurs successives suivantes du rapport R :

2,55 — 2,94 — 2,47 — 2,14.

La moyenne des deux premières est 2,75 ; comme il ne s'agit d'ailleurs ici que d'approximations, nous adopterons . . . . R

	R
Pour les pièces de gros échantillon................	2,75
Pour les madriers..............................	2,45
Pour les planches..............................	2,15

3° *Frêne.* — Le tableau suivant contient les résultats des expériences exécutées dans l'atelier des Messageries :

NUMÉROS d'ordre.	ÉPAISSEUR de la pièce débitée.	QUANTITÉ de travail par mètre carré de surface débitée.
1	0m,296	73850km
2	0m,172	73240
3	0m,103	72090
4	0m,087	75880
5	0m,042	71260
6	0m,021	57490

L'influence de l'épaisseur de la pièce débitée est ici beaucoup moins sensible que pour le chêne et l'orme tortillard, ce qui peut provenir, soit de la constitution du bois, soit plutôt d'une inégalité dans la dureté des échantillons mis en expérience. La moyenne des deux premiers résultats est 73545 et celle des deux premiers du tableau précédent, correspondante à des épaisseurs peu différentes, est 114900 ; d'où il résulterait que le travail unitaire du sciage de l'orme tortillard est 1,56 fois celui du frêne, pour les gros échantillons ; en conséquence, le rapport R, pour cette dernière essence, serait :

$$\frac{2,75}{1,56} = 1,76.$$

Quant aux madriers et planches, nous ne saurions admettre les valeurs croissantes que l'on obtiendrait pour R, et nous supposerons qu'elles sont, avec la première, dans le même rapport que pour l'orme tortillard, d'où il résulte, en ce qui concerne le frêne :

Pour les pièces de gros échantillon	1,76
Pour les madriers $\frac{2,45}{2,75} \times 1,76$	1,57
Pour les planches $\frac{2,15}{2,75} \times 1,76$	1,38

4° *Bois de tremble.* — Nous avons seulement un résultat fourni par M. Lapointe et obtenu avec une pièce de $0^m,39$ d'épaisseur, débitée par la scierie rectiligne ; comme, d'ailleurs, la quantité de travail indiquée par le dynamomètre appliqué à la même machine pour une pièce de chêne de $0^m,36$ d'épaisseur était 74520, il en résulterait :

$$R = \frac{68370}{74520} = 0,92.$$

Bois de noyer. — D'après les estimations de M. Poncelet, les madriers de noyer exigent le même travail mécanique que ceux d'orme ordinaire. Nous adopterons donc, pour le noyer, la valeur R = 1,15, trouvée pour cette dernière essence de bois.

6° *Cerisier sauvage, merisier.* — Une expérience faite en 1829 dans la scierie rectiligne de Metz que nous avons citée au commencement de ce chapitre, sur une pièce de $0^m,380$ d'épaisseur, a donné, pour quantité de travail, 69100^{km} par mètre carré de surface du trait. Or, l'on a vu précédemment que M. Woisard avait obtenu pour le bois de chêne, avec la même machine et le même outil, la quantité du travail 67805. Ce bois était, il est vrai, très-sec et noueux, mais, d'un autre côté, l'épaisseur de la pièce ($0^m,315$) était un peu plus faible que celle de merisier dont il s'agit ; en conséquence, nous admettrons que cette essence de bois exige moyennement le même travail que le chêne.

7° *Bois de hêtre.* — D'après une observation faite aux forges d'Hayange en 1854, la scierie verticale de cet établissement débiterait $0^{mc},153$ de chêne de dureté moyenne, par minute, le bois étant à peu près vert et son épaisseur $0^m,500$ environ. Dans le même temps et les mêmes conditions, on obtiendrait $0^{mc},142$ de trait de scie dans du hêtre, d'où résulterait :

$$R = 1,08.$$

8° *Bois blancs* (*peuplier, aune, etc.*). — Les observations de M. Poncelet sur le travail des scieurs de long conduisent, pour ces essences de bois, au rapport

$$R = \frac{4,40}{5} = 0,88.$$

9° *Bois de sapin.* — Les expériences que j'ai faites à l'École d'application de Metz en 1841 et 1842 avaient pour objet

principal la recherche des lois des deux genres de résistances précédemment définies (3), et l'observation des phénomènes physiques que fait naître l'action de l'outil, suivant la constitution intérieure des bois. Pour atteindre ce but, il fallait multiplier beaucoup les observations et faire varier, entre des limites étendues, les principaux éléments de la question : les moyens dont je pouvais disposer ne permettaient pas, d'ailleurs, de procéder par des expériences en grandes dimensions, mais j'ai eu soin de tenir l'épaisseur du bois, les dimensions des dents et la course verticale de la scie, qui était rectiligne, à peu près dans les proportions relatives ordinaires des grandes scieries, de sorte que les rapports généraux déduits de ces expériences pussent être applicables aux cas de la pratique. L'appareil employé pour la suspension et le mouvement du châssis rectangulaire qui portait l'outil, était analogue à celui que l'on connaît en physique sous le nom de machine d'Atwood ; la pièce à débiter était portée par un chariot posé sur des rouleaux de noyer, et poussée par l'intermédiaire d'un ressort elliptique dont on mesurait la flexion, ce qui fournissait la résistance du bois à la pénétration horizontale des dents. Quant à la résistance à l'action verticale de l'outil, elle était déduite du système de deux équations dans lesquelles on tenait compte, non-seulement des frottements, mais encore des effets de l'inertie des masses en mouvement, y compris celle des deux poulies de renvoi, en cuivre, sur lesquelles passaient les deux cordons en fils de soie auxquels était suspendu le châssis.

J'ai opéré sur des prismes de sapinj aune d'abord très-secs, puis imbibés d'eau dans la proportion de $\frac{1}{16}$ de leur poids ; ces prismes étaient tous pris dans une même planche de $0^m,023$ d'épaisseur : les devoirs de mon service et la nécessité d'entreprendre des recherches d'un autre genre ne m'ont

point permis de continuer ces expériences en opérant sur d'autres essences de bois. Les dents de la scie étaient taillées et affûtées comme celles des grandes scieries ; l'épaisseur de la lame était $0^{mm},7$ du côté des dents, et $0^{mm},5$ du côté opposé. Une vis de rappel à filets rectangulaires servait à tendre la lame complétement et toujours de la même manière. La portion de la course de cette lame, pendant laquelle elle agissait sur le bois, était constante.

On peut déduire de ces expériences, relativement au bois de sapin, les conséquences générales qui suivent :

1° La résistance parallèle au mouvement de l'outil augmente, toutes choses étant égales d'ailleurs, avec la quantité m dont chaque dent mord dans le bois, mais en suivant une progression plus faible que la surface débitée, en sorte que la quantité de travail dynamique correspondante à l'unité d'aire de cette surface diminue à mesure que m s'accroît, jusqu'à une certaine limite que nous indiquerons.

Ce résultat est dû à plusieurs causes : d'abord, l'action d'une dent doit vaincre, outre la résistance directe des fibres qu'elle attaque, celle qui provient de la liaison des points attaqués avec les suivants du côté du fond du trait. Or, la seconde de ces résistances ne dépend que de l'adhérence mutuelle, soit des fibres, soit des parties consécutives d'une même fibre, selon que le sciage a lieu en travers ou en long. Secondement, dans la résistance totale au mouvement de l'outil, il faut comprendre le frottement qui a lieu entre la matière et la partie des dents qui s'y trouve engagée, et cette résistance, étant indépendante de l'étendue des surfaces frottantes, dépend seulement des propriétés physiques du bois et du sens du sciage, circonstances d'où peut provenir une plus ou moins grande pression. En résumé, lorsque la quantité m augmente, toutes choses étant égales d'ailleurs, la

surface débitée augmente proportionnellement, tandis que le travail de la résistance qui nous occupe se compose de deux parties dont l'une s'accroît avec m, et dont l'autre reste sensiblement constante. Il semblerait donc qu'il fût toujours avantageux d'augmenter le rapport du mouvement du bois à celui de l'outil, mais on doit remarquer qu'à partir d'une certaine valeur de ce rapport, la sciure produite par chaque dent devenant trop volumineuse, le logement offert à cette sciure par la portion rentrante des dents s'engorge, de sorte que celles-ci travaillent difficilement et produisent un ouvrage défectueux ; en outre, la lame se fatigue et s'échauffe, et les vibrations du système s'accroissent beaucoup, ainsi que les déviations du châssis qui porte l'outil. Dans ces conditions, la loi précitée cesse évidemment d'être applicable, mais on ne doit jamais y atteindre ni même s'en rapprocher dans la pratique.

2° La résistance parallèle au mouvement de l'outil augmente avec la voie de la scie dans le sciage en long, mais nullement dans le sciage en travers, ce qui tient à ce que, dans ce dernier cas, toutes choses étant égales d'ailleurs, le nombre des fibres principales attaquées par chaque dent est indépendant de la largeur de la voie : nous n'entendons point, du reste, étendre ce résultat aux bois dont la constitution diffère beaucoup de celle du sapin.

3° L'humidité introduite dans le bois de sapin auparavant sec diminue la résistance parallèle au mouvement de l'outil dans le sciage en long, lorsque les dents mordent très-peu dans le bois ; mais, dans le cas contraire, cette résistance s'augmente, et l'ouvrage est défectueux. Dans le sciage en travers, l'humidité diminue toujours la résistance dont il s'agit, mais d'autant moins que les dents mordent davantage, et le sciage est moins net que dans le bois sec. L'effet de l'hu-

midité artificielle paraît être d'amollir et de délier en quelque sorte les filaments extrêmement fins qui relient entre elles les fibres principales du bois. Il faut d'ailleurs se garder de confondre ces effets avec les propriétés qui résultent de la séve dans les bois de coupe récente.

4° La quantité de travail moteur nécessaire pour l'opération du sciage augmente avec la vitesse des dents, mais cet accroissement me paraît devoir être attribué principalement à celui de la force vive imprimée par l'outil à la masse de sciure qu'il produit et entraîne. Le degré d'accroissement étant d'ailleurs peu sensible quand les dents mordent peu, nous pensons que, dans la pratique, il faut augmenter la vitesse des lames jusqu'au terme où leur échauffement devient nuisible, et restreindre en même temps le rapport du mouvement du bois à celui de l'outil entre d'étroites limites.

5° Quant à la résistance à la pénétration des pointes des dents perpendiculairement au mouvement de l'outil, elle est proportionnelle à la quantité m dont chaque dent pénètre, à la voie w de la scie et à l'épaisseur E de la pièce débitée, c'est-à-dire qu'elle est représentée par une fonction de la forme

$$\mathrm{K}\mathrm{E}mw,$$

K étant un coefficient numérique indépendant de la vitesse de l'outil, mais variant avec la nature du bois, son état hygrométrique et le sens des fibres par rapport à la direction du sciage.

Pour le sapin de coupe ancienne, et très-sec, qui a été employé dans une partie des expériences, la valeur de K correspondante au sciage en long est égale à 2,38 fois celle qui convient au sciage en travers. L'humidité du bois augmente beaucoup ce coefficient dans le premier cas, tandis que dans le second, au contraire, elle le diminue.

6° Le rapport de la quantité de travail totale du sciage en travers à celle du sciage longitudinal, est, moyennement, 0, 897 pour le sapin sec. Quant aux valeurs absolues de la quantité de travail moteur totale correspondante au débit d'un mètre carré, nous ne croyons pas devoir conclure d'expériences en petites dimensions celles qui conviennent aux grandes usines, et, d'un autre côté, on ne possède à cet égard que très-peu de documents précis. M. Régnault, professeur à l'École forestière, a, il est vrai, exécuté plusieurs expériences en grand sur le sapin des Vosges [1] ; mais il en résulterait que la quantité de travail dont il s'agit serait, pour les gros bois, 46530^{km} et pour les échantillons de $0^{m},100$ environ d'épaisseur, 30250^{km}. Or, les arbres d'où ces pièces étaient tirées n'avaient que deux mois de coupe, ce qui, d'après les résultats d'observation précités, donnerait, pour le sapin, une quantité de travail au moins égale à celle que nous avons admise pour le chêne. On ne saurait expliquer ce résultat que par la grandeur de la voie de la scie [2], que l'auteur ne fait pas connaître. Les observations de M. Poncelet sur le sciage à bras l'ont conduit à admettre la même quantité de travail pour le sapin sec que pour le chêne vert, d'où il résulterait, d'après les résultats exposés précédemment, le rapport

$$R = 0,66,$$

que nous admettrons pour le sapin sec en échantillons de fort équarrissage.

Des quantités de travail mécanique correspondantes au débit longitudinal des bois verts. — 1° Nous avons déjà

---

[1] *Mémoires de l'Académie de Nancy* (année 1839).
[2] L'épaisseur seulement de la lame était 3^{mm}, 5.

vu que le travail du sciage dans le chêne vert est 0,66 de celui qu'exige le chêne sec.

2° Pour l'orme ordinaire, les observations de M. Poncelet sur le sciage à bras conduisent au même rapport ; mais celles qui ont été effectuées par le même auteur, sur le débit mécanique des jantes de roues, donneraient la valeur 0,75 ; nous adopterons la moyenne 0,70.

3° Pour le noyer, le rapport est 0,72, d'après M. Poncelet.

4° Pour les bois blancs, il résulterait des observations de Bélidor le rapport 0,50 et de celles de M. Poncelet, 0,69. On conçoit que le degré de siccité du bois peut introduire de notables différences dans ces appréciations ; mais, comme nous laissons de côté les cas des bois parfaitement secs et que nous considérons seulement celui des arbres de deux à trois ans de coupe, qui correspond aux circonstances de la pratique ordinaire des usines, nous adopterons le chiffre résultant des observations de M. Poncelet.

5° Quant au sapin, en l'absence de données d'expériences, nous adopterons le rapport 0,67 compris entre ceux que nous avons admis respectivement pour le chêne et les bois blancs.

Nous n'avons point de résultats relatifs aux autres essences de bois ; mais, dans ceux que nous venons de citer, il entre des bois tendres et des bois durs, et cependant il est remarquable que les rapports ci-dessus diffèrent peu entre eux. On pourra donc, pour les essences non comprises dans les précédentes, adopter les valeurs de ces rapports qui concernent les bois dont la constitution et la dureté se rapprochent le plus des propriétés analogues de ceux dont on s'occupera.

6. J'ai réuni dans le tableau suivant les diverses données numériques approximatives qui viennent d'être déterminées.

TABLEAU A.

DÉSIGNATION des ESSENCES DE BOIS.	BOIS DE DEUX A TROIS ANS DE COUPE. Quantité de travail mécanique correspondant au débit rectiligne en long, celle qu'exige le chêne de dureté moyenne étant 1,00		BOIS DE DEUX A TROIS ANS DE COUPE.	BOIS VERTS.
	Pour les pièces de gros échantillons.	Pour les épaisseurs des madriers.	Rapport de la quantité de travail mécanique du sciage en travers à celle qu'exige le débit longitudinal rectiligne pour chaque essence de bois.	Rapport de la quantité de travail du sciage des bois verts à celle qu'exigent les bois secs de même essence (dans le sciage en long).
Chêne...........	1,00	1,00	0,800	0,66
Orme tortillard...	2,75	2,45	»	»
Frêne...........	1,76	1,57	»	»
Orme ordinaire...	1,15	1,10	»	0,70
Noyer...........	1,15	1,10	»	0,72
Hêtre...........	1,08	»	»	»
Merisier.........	1,00	»	»	»
Tremble.........	0,92	»	»	»
Bois blancs......	0,88	»	»	0,69
Sapin...........	0,66	»	0,897	0,67

Quantité de travail mécanique correspondant au débit d'un mètre carré de surface de trait de scie dans le chêne de dureté moyenne et de deux à trois ans de coupe (sciage en long).

	Pour les pièces de 0m,200 à 0m,250 d'épaisseur.	Pour les diverses épaisseurs (E).
Avec les lames anciennes à dents en triangles rectangles.. . .	50300km	» »
Avec les lames nouvelles mieux tracées et offrant un plus grand dégagement à la sciure.	43000	82000E + 24850

Le tableau suivant fournit en kilogrammètres les quantités de travail résultant de la dernière formule (E) et peut dispenser du calcul.

ÉPAISSEUR des bois débités.	QUANTITÉ de travail correspondante au mètre carré de surface de trait.	ÉPAISSEUR des bois débités.	QUANTITÉ de travail correspondante au mètre carré de surface de trait.
$0^m,05$	28950^{km}	$0^m,50$	65850^{km}
$0^m,10$	33050	$0^m,60$	74050
$0^m,15$	37150	$0^m,70$	82250
$0^m,20$	41250	$0^m,80$	90450
$0^m,25$	45350	$0^m,90$	98650
$0^m,30$	49450	$1^m,00$	106850
$0^m,40$	57650	$1^m,20$	123250

Exemple d'application. — On veut étabir une scierie pour le débit en long des bois verts de sapin et de peuplier en grume; les plus gros corps d'arbre auront $0^m,50$ d'épaisseur. Quelle est la valeur de la portion du travail moteur qu'il sera nécessaire de transmettre à l'outil pour vaincre la résistance du bois et débiter un mètre carré de surface de trait de scie?

On voit dans ce tableau que, s'il s'agissait du chêne sec de dureté moyenne, la quantité de travail demandée serait de 65850 kilogrammètres : en second lieu, le tabl eau (A) indique que la résistance des bois blancs au sciage en long est plus grande que celle ordinaire du sapin, et, par conséquent, c'est sur la première qu'il faut baser le calcul. Or, d'après le même tableau, si l'on avait à débiter du peuplier sec, la quantité de travail par mètre carré serait :

$$65850^{km} \times 0,88 \text{ ou } 57948^{km};$$

mais le bois étant débité vert, il faut multiplier cette quantité par 0,69 : ce qui donne 39984 kilogrammètres.

CHAPITRE DEUXIÈME

PROPORTIONS DES PARTIES PRINCIPALES DU MÉCANISME DES SCIERIES A BOIS.

§ Ier.

SCIERIES RECTILIGNES A MOUVEMENTS ALTERNATIFS.

Nous considérerons d'abord le cas des scieries alternatives et nous y distinguerons :

1° L'outil ;

2° Les pièces qui le soutiennent et en produisent le mouvement ;

3° Celles qui soutiennent, guident et font avancer le bois.

7. **Forme et proportions de l'outil.** — La figure des dents des lames de scie varie beaucoup sans que les constructeurs aient à cet égard des règles bien précises. Il faut surtout s'attacher à remplir les conditions suivantes :

1° Que les dents soient assez solides pour supporter les accroissements d'effort que font naître les nœuds, sans avoir cependant un excès d'épaisseur qui augmenterait inutilement la dépense de travail moteur et le déchet de matière ;

2° Que leurs intervalles offrent un logement suffisant à la sciure ;

3° Que la voie de la scie n'ait que la valeur strictement nécessaire pour le dégagement de cette matière ;

4° Que les lames aient une longueur suffisante, qu'elles soient convenablement trempées et bien affûtées.

Nous croyons pouvoir recommander, pour les grandes scieries à débiter les plateaux, le tracé des dents représenté par la figure 1, avec les proportions suivantes :

Distance *ab* entre les pointes de deux dents consécutives..		$25^{mm},0$
Longueur *ac* de l'arrête coupante........................		$10^{mm},0$
Rayon *od* de la concavité *cde*..........................		$5^{mm},0$
Valeur de l'angle saillant *fac* (en degrés sexagésimaux)...		60,0
Épaisseur de la lame	pour débiter les bois tendres ou des pièces de $0^{m},58$ au plus d'épaisseur....................	$2^{mm},0$
	pour les bois durs d'une épaisseur plus considérable	$2^{mm},5$
Voie de la scie.....	pour les bois secs et durs.......	$3^{mm},0$
	pour les bois verts ou très-fibreux	$3^{mm},5$

Afin d'éviter que, dans la course ascensionnelle, les pointes des dents ne frottent contre le fond du trait, on peut donner à la ligne droite *sp*, qui passe par toutes ces pointes, une inclinaison de 3 millimètres par mètre relativement à la verticale.

La longueur de la partie dentée de la lame doit être égale à la course de l'outil augmentée de l'épaisseur des plus grosses pièces à débiter dans le travail ordinaire de l'usine; c'est la seconde des deux règles d'Euler.

On doit employer, dans la fabrication de cet outil, l'acier fondu de la meilleure qualité. Le degré de trempe est très-important et assez difficile à saisir ; nous extrayons du tome III de la *Publication industrielle* de M. Armengaud aîné, la composition suivante du liquide employé en Angleterre par un habile fabricant de scies :

1,000 kilog. de suif,
0,125 — de cire,
5 litres d'huile de baleine,

que l'on fait bouillir ensemble. Cette composition, si l'on en fait un usage continu, ne peut servir que pendant un mois.

8. **Influence du nombre des lames qui travaillent simultanément.** — Lorsque la pièce de bois doit être refendue en plus de deux parties, il est avantageux, sous divers rapports, d'en opérer le débit par plusieurs lames travaillant simultanément. En effet, nous remarquerons d'abord que le temps perdu est considérablement diminué, puisque l'outil ne travaille pas en remontant et qu'on économise en outre celui qu'exigerait le déplacement latéral de la pièce à débiter. En second lieu, la portion des résistances passives qui correspond aux courses ascensionnelles de l'outil est à peu près indépendante du nombre des lames, de sorte que l'on économise tout le travail moteur que ces résistances eussent absorbé pendant les mouvements d'ascension supprimés, dans le débit de l'unité de surface.

On peut admettre, comme aperçu, que la quantité de travail mécanique de la machine motrice correspondant à un mètre carré de surface débitée est, lorsqu'on emploie quatre lames à la fois, les deux tiers seulement de celui qu'elle doit dépenser pour obtenir le même ouvrage en n'employant qu'une lame. Le seul inconvénient des lames multiples réside dans les soins qu'elles exigent pour en régler l'écartement.

9. **Châssis porte-scie.** — On peut construire cette pièce en bois, en fer forgé, ou en fonte. Pour guider les praticiens, nous présenterons à ce sujet les considérations suivantes :

1° Lorsqu'une pièce de machine a un mouvement alternatif, on doit tâcher d'en diminuer la masse autant que possible, afin d'atténuer les effets nuisibles de l'inertie, qui

s'oppose aussi bien à la production qu'à l'extinction du mouvement de cette pièce, au commencement et à la fin de chaque course.

2° Dans la descente du châssis, la force motrice doit vaincre la résistance Y que le bois oppose à l'action des dents et les frottements F du mécanisme, mais elle est aidée par le poids G du châssis et des pièces qui oscillent avec lui. Dans la course ascensionnelle, au contraire, la résistance se compose de ce poids et des frottements F'. On conçoit qu'il est important, pour éviter une fâcheuse irrégularité de marche, que ces deux résistances soient égales, au moins en moyenne, d'où résulte la condition

$$Y + F - G = F' + G.$$

Comme d'ailleurs, dans une question de ce genre, on peut négliger la différence entre les frottements qui ont lieu dans les deux courses successives, on voit qu'il est avantageux que le poids G diffère peu de la moitié de la valeur moyenne Y de la résistance au sciage [1]. Nous allons montrer par un exemple comment l'on peut déterminer cette valeur.

Supposons qu'il s'agisse d'une scierie à une lame destinée principalement à débiter des pièces de chêne dont l'épaisseur est en moyenne de $0^{m},40$: en suivant les règles pratiques que nous donnons plus loin, la surface débitée sera de $0^{mc},001$ par coup de scie, et par conséquent, d'après les documents précédemment fournis, la quantité de travail du sciage sera :

$$56820 \times 0{,}001 \text{ ou } 56^{km},82.$$

---

[1] Cette condition a été indiquée par Navier (*Notes de l'Architecture hydraulique de Bélidor*).

La course de l'outil étant de $0^m,70$, l'effort moyen Y sera :

$$\frac{56,82}{0,70}=81^{km},17,$$

ce qui donnerait, pour le poids G, $40^{km},60$.

En général, la condition dont il s'agit s'accordera avec celle de la légèreté de la masse oscillante, et, par conséquent, nous pensons que les châssis de scie doivent être construits en bois, matière qui offre en outre l'avantage d'atténuer les vibrations [1]. Les traverses ou entretoises supérieure et inférieure seront en frêne et les deux montants en chêne; l'intervalle [2] entre ceux-ci sera réglé d'après la dimension horizontale des plus fortes pièces à débiter, de manière qu'elles puissent être déplacées latéralement de la quantité nécessaire. On donnera aux traverses, pour les grandes scieries, une épaisseur de $0^m,070$ sur $0^m,120$ de hauteur, et aux montants un équarrissage de $0^m,80$.

10. **Mode de réunion des lames avec le châssis.** — Il est très-important que l'appareil destiné à fixer les lames sur les deux entretoises du châssis permette de tendre suffisamment ces lames, d'une manière progressive et sans choc. Le meilleur moyen consiste dans l'emploi d'une vis de rappel à filets carrés; cette vis s'engagera au milieu de la traverse d'une ferrure rectangulaire renflée et taraudée en cet endroit pour servir d'écrou, et appuiera son extrémité inférieure sur l'entretoise supérieure du châssis garnie, si

---

[1] L'ingénieur Brunel a fait, dans les scieries de l'arsenal de Woolwich, les châssis en fer creux rempli de bois, combinaison qui a été imitée depuis dans des constructions d'un autre genre.

[2] Il convient que cet intervalle ne dépasse pas $1^m,40$; on déplacera, s'il est nécessaire, les lames de scie au lieu du corps d'arbre débité.

elle est en bois, d'une plaque d'appui : les deux bras verticaux de cette ferrure embrasseront à frottement dur l'entretoise supérieure et présenteront, vers leur extrémité inférieure, deux retours d'équerre formant coulisse, dans lesquels on engagera une pièce en forme de T fixée à l'extrémité de la lame par de fortes goupilles. La figure 2 représente cet appareil qui offre toutes les facilités désirables pour démonter et remonter l'outil. Quant à la réunion de celui-ci avec l'entretoise inférieure du châssis, elle peut être effectuée par le même moyen, en supprimant la vis de rappel.

Lorsqu'on opère avec plusieurs lames à la fois, il faut, de plus, en régler exactement et en maintenir l'écartement : on emploiera pour cet objet, et vers chaque extrémité des lames, des prismes en bois dur placés à cheval sur deux boulons horizontaux allant d'un montant à l'autre du châssis, taraudés sur une partie de leur longueur et portant deux écrous de serrage. Ce dispositif, qui a encore l'avantage d'atténuer les vibrations des lames, est dû à MM. Edwards et Perrier, de Chaillot ; on peut le voir snr la figure A qui représente l'ensemble d'une scierie verticale, avec quelques perfectionnements que j'ai cru devoir proposer.

11. **Mode de direction du châssis.** — Les bielles qui transforment le mouvement de rotation continu fourni par la machine motrice en va-et-vient rectiligne, sollicitant le châssis obliquement à la verticale qu'il doit parcourir, on est obligé de le maintenir dans cette direction par des guides très-solides : on peut employer, soit un bâti en fonte, soit un système de poteaux verticaux en chêne réunis à leur partie supérieure par un chapeau de même matière ou par des tirants en fer forgé, et solidement assujettis contre les solives des planchers supérieur et inférieur de l'atelier. Quoique ce dernier système soit moins satisfaisant, en apparence, que le

premier, nous pensons qu'il doit être préféré dans une usine où l'on débite de grosses pièces et où l'on doit travailler avec plusieurs lames. Quant aux coulisses et aux pièces qui s'y meuvent, nous ne connaissons pas de meilleur dispositif que le suivant, représenté par les figures 3 et A. De chaque côté du châssis, il y a deux jumelles B et B' se faisant face, et auxquelles sont fixées deux coulisses verticales *a* et *b* en bronze; les entretoises supérieure et inférieure du châssis portent, vers chacune de leurs extrémités, deux couteaux ou glissières en acier *c*, *c*, qui s'insèrent à frottement doux dans les coulisses. Ce mode de direction a été éprouvé par un long usage dans une grande scierie autrefois établie à Metz.

Par suite de l'obliquité des bielles, la force motrice transmise au châssis a des composantes perpendiculaires aux coulisses, qui y produisent des frottements variables; pour diminuer ces résistances et l'usure inégale des coulisses, quelques constructeurs ont attaché aux extrémités des entretoises du châssis, disposées en fusées d'essieu, des roulettes ou galets, en imitation de ceux des machines à vapeur de Maudslay [1]; mais ce dispositif n'est point avantageux ici, à cause des balancements latéraux des châssis de scierie, mouvements qui, ayant lieu perpendiculairement au plan des galets, produisent des frottements plus considérables que ceux qu'on veut éviter, et tendent même à briser ces roulettes ou leurs tourillons, si l'on n'a pas soin de les laisser libres de glisser à frottement doux le long de ces tourillons, qui doivent être alors cylindriques. Ayant observé ces oscillations transversales des châssis, qui peuvent, lorsque ceux-

[1] Voir mon *Instruction pratique sur les machines à vapeur* (Metz, 1851).

ci ne sont point exactement guidés, prendre une amplitude de plusieurs millimètres, elles m'ont paru devoir être attribuées à deux causes, l'inégalité dans la résistance du bois et la taille des faces coupantes des dents. Il résulte de cette dernière que le système de l'outil est porté sur une série de petits plans inclinés engagés dans la matière et disposés deux à deux en sens inverse; s'il y a un nombre pair de dents en prise à la fois, les effets de ces inclinaisons se neutralisent, mais, dans le cas contraire, ils tendent à déplacer le châssis du côté où se trouvent le plus grand nombre de plans inclinés parallèles engagés dans le bois : lorsque le châssis remonte, l'action motrice le reporte dans sa direction primitive et, par conséquent, produit un déplacement en sens contraire du premier. On voit que, dans le sciage à plusieurs lames, il est avantageux que celles-ci soient en nombre pair.

12. **Bielles.** — Nous devons, au sujet de ces organes, déterminer, 1° leur longueur; 2° l'endroit où ils doivent être articulés au châssis; 3° les éléments de leur construction.

Les inconvénients de l'obliquité variable des bielles par rapport à la verticale sont, une déperdition de force motrice, la fatigue du système, l'usure des guides et celle des coussinets des articulations : on doit donc s'attacher à diminuer cette obliquité, et, pour cela, il faut augmenter le rapport de la longueur des bielles à celle de la manivelle, rapport qui, dans tous les cas, ne doit pas être inférieur à 5.

Lorsqu'on dispose d'une hauteur suffisante d'emplacement, le meilleur point d'attache au châssis est le milieu de son entretoise inférieure, et alors il ne faut qu'une bielle : on ne doit laisser à cette pièce aucune possibilité de déplacement latéral. Si l'on ne peut disposer d'une assez grande hauteur, on emploiera deux bielles exactement égales et parallèles articulées aux extrémités de l'entretoise supérieure du châssis

(fig. A) ; mais alors, comme cette pièce porte déjà les glissières, il faut, lorsqu'elle est en bois, apporter des soins particuliers à l'assemblage des tourillons de l'articulation, qu'on fera en fer forgé, et le consolider par des frettes posées à chaud.

La longueur qui doit être donnée aux bielles, et les motifs indiqués au sujet du châssis, doivent faire encore préférer pour ces pièces le bois au métal : l'essence la plus convenable nous paraît être l'orme, mais on peut employer le chêne.

Quant à la construction des bielles en bois et des pièces de leurs articulations, la figure A représente celle que j'ai adoptée pour un modèle déposé dans les collections de l'École d'application de Metz : on y remarquera un moyen simple pour lubrifier d'une manière continue l'articulation inférieure.

La réunion d'une bielle de ce genre avec le milieu de l'entretoise inférieure [1] du châssis se fera au moyen d'une pièce coudée *abcd* (fig. 4) en fer rond. On introduira l'huile latéralement par une lumière oblique *i*.

Dimensions transversales des bielles. — En désignant par

P la portion du poids du châssis, qui se répartit sur chaque bielle,

F la force motrice, en kilogrammes, qui est transmise par

---

[1] Plusieurs constructeurs articulent la bielle sur l'entretoise supérieure, en dedans des montants du châssis ; mais il en résulte que la poussée de cet organe agit pour détendre la lame, pendant qu'elle opère, et que le volant, ainsi que les poulies de transmission, sont reportés à la partie supérieure de la machine, ce qui en diminue la stabilité. On ne doit donc adopter ce dispositif que quand les circonstances locales l'exigent.

l'extrémité du rayon de la manivelle dans le plus grand travail de la machine,

l la longueur de la bielle,

b sa largeur, mesurée au milieu de sa longueur,

a son épaisseur constante mesurée perpendiculairement à la dimension précédente, ou au plan de son mouvement oscillatoire,

on établira entre ces deux dimensions la proportion

$$a = 0,7b,$$

et l'on calculera b par la formule.

$$b^3 = \frac{l\sqrt{P^2 + F^2}}{351000};$$

formule que j'ai déduite de la théorie générale de la résistance des matériaux.

Prenons pour exemple le cas des grandes scieries employées dans les arsenaux : lorsqu'on débite des corps d'arbre de $0^m,90$ d'épaisseur avec une vitesse de cent coups de scie par minute, ce qui peut être regardé comme le plus fort travail de l'usine, la quantité de travail mécanique transmise par la manivelle est d'environ cinq chevaux. Avec une course de $0^m,70$, la longueur du rayon r de la manivelle est de $0^m,35$. Supposons que le mouvement soit transmis par deux bielles, ce qui a le plus souvent lieu, on aura, pour chacune de ces pièces,

$$F = \frac{1}{2} \frac{5 \times 75^{km}}{6,28 \times 0^m,35 \times \frac{100}{60}} = 51^{kil},2.$$

Quant au poids du châssis et des lames, d'après la règle posée au N° 9, il doit être égal à la moitié de la résistance Y

opposée par le bois à l'action de l'outil, dont le travail est ici d'environ $4^{chx},5$; on a donc

$$4,5 \times 75^{km} = 337^{km} = Y \times 0^{m},70 ;$$

d'où

$$Y = 481^{kil},$$

et, pour la charge de chacune des deux bielles,

$$P = 120^{kil}.$$

Enfin, pour la longueur de ces pièces, nous adopterons la proportion

$$l = 8r = 2^{m},80.$$

En substituant ces valeurs dans la formule précédente, on en déduit

$$b = 0^{m},10,$$

d'où

$$a = 0^{m},07;$$

dimensions que vérifient celles qui se rencontrent dans les machines existantes.

L'épaisseur a sera constante sur toute la longueur de la bielle, et l'on diminuera progressivement l'autre dimension b depuis le milieu jusqu'aux extrémités, où l'on fera $b = a$.

13. **Longueur de la course du châssis.** — Le mouvement de la pièce débitée dépendant de celui du châssis, plus la course de celui-ci est grande, moins il faut d'oscillations pour obtenir une même longueur de trait de scie : l'augmentation de la course de l'outil introduit donc une diminution du temps et du travail perdus dans ses mouvements ascensionnels ; mais, d'un autre côté, comme cette course est double du rayon de la manivelle, on est limité par la condition de ne pas trop allonger les bielles ; enfin, il convient

qu'elle soit autant que possible égale à l'épaisseur des plus grosses pièces à débiter, ou au moins, qu'elle ne soit pas beaucoup plus faible. Nous pensons que, dans l'établissement des grandes scieries, l'on doit adopter une course de $0^m,70$.

14. **Vitesse de l'outil.** — On a vu précédemment qu'il résulte de mes expériences que la vitesse des scies doit être augmentée, pourvu toutefois que les lames ne s'échauffent pas trop et que la quantité dont chaque dent mord dans le bois soit convenablement restreinte. Avec les grandes vitesses, on obtient un ouvrage meilleur et une économie de temps sans qu'il en résulte un accroissement notable dans la puissance motrice dépensée, toutes choses étant égales d'ailleurs, pour débiter l'unité de surface ; mais, en ce qui concerne particulièrement les scieries alternatives, il y a une autre condition à considérer, c'est l'influence de l'inertie des masses oscillantes qui fatigue les bielles, la manivelle et leurs articulations, et s'accroît proportionnellement au produit de la masse par le carré de la vitesse. On ne peut donc, comme pour les scies circulaires, prendre pour unique limite l'échauffement des lames ; en outre, les châssis lourds, en fer ou fonte, ne doivent pas marcher aussi vite que les autres. En désignant par

L la course du châssis,

N le nombre de coups de scie par minute,

v la vitesse moyenne de l'outil,

on a

$$N = \frac{30v}{L}$$

et l'on adoptera, pour les châssis légers avec bielles en bois, une vitesse de $2^m,80$; pour les équipages lourds, de $2^m,00$, à $2^m,33$.

Quant au degré de dureté du bois, c'est à tort qu'on s'en préoccuperait dans cette question, puisqu'on est libre de faire varier la quantité dont il avance à chaque coup de scie.

15. **Volant et manivelles.** — En supposant satisfaite la condition indiquée au N° 9, le volant est encore nécessaire par suite de la nature du mouvement de l'outil et de l'inégalité de résistance des couches ligneuses. Cette pièce chargeant l'arbre de rotation et augmentant, par suite, les frottements de ses tourillons, il faut ne lui donner que le poids strictement nécessaire : or, la puissance régulatrice d'un volant augmente avec le carré de sa vitesse de rotation et avec son moment d'inertie qui est la somme des produits des masses de ses molécules par le carré de la distance de chacune d'elles à l'axe de rotation. On voit donc que le poids d'un volant peut être diminué quand on augmente son rayon. En outre, ces organes des machines doivent toujours être placés le plus près possible du mouvement à régulariser ; leur emplacement le plus favorable est donc ici sur l'arbre des manivelles, d'autant mieux que c'est celui qui est animé de la plus grande vitesse.

Pour les scieries destinées à débiter de fortes pièces, on donnera au volant un diamètre total de $1^m,60$ et un poids calculé par la formule

$$\frac{25000}{V^2},$$

V étant la vitesse, en mètres, des points de la jante du volant qui sont situés au milieu de sa largeur mesurée sur son rayon ; on fera cette largeur de la jante égale à une fois et demie son épaisseur, et le volant sera en fonte, coulé d'une seule pièce. Lorsque l'on transmet le mouvement par deux

bielles, il faut disposer, à chaque extrémité de l'arbre de rotation, un volant ayant moitié du poids déterminé ci-dessus; l'un de ses bras pourra servir de manivelle. Si l'on veut se donner la faculté de faire varier la course du châssis, on divisera ce bras en deux, de manière à former une coulisse dans laquelle pourra glisser sans jeu une pièce en fer à oreilles *a* (fig. 5) portant le bouton *b* de l'articulation de la bielle; une tige cylindrique *dc* fixe et filetée sur une partie de sa longueur, traversera cette pièce qui sera arrêtée à la distance voulue de l'axe de rotation par deux écrous *o*, *e*. Enfin les deux demi-bras formant coulisse devant supporter transversalement l'effort transmis à la bielle, il faut les renfoncer convenablement.

16. **Contre-poids.** — La condition que le poids total P de l'équipage du châssis et des lames soit égal à la moitié de la résistance moyenne Y du sciage sera rarement satisfaite, et, en général, ce poids sera trop grand, d'autant plus qu'il faut y comprendre celui des bielles. Pour obvier à cet inconvénient et faire en même temps équilibre au poids de la pièce d'articulation de ces deux organes, on fixera à la jante du volant un segment métallique destiné à servir de contrepoids.

Désignons par

Q le poids de ce segment,

R le rayon de la circonférence intérieure de la jante du volant,

r celui de la manivelle,

Y la résistance du bois à l'action des dents de la scie; on aura, en remarquant qu'il s'agit de tenir en équilibre la différence

$$P - \frac{1}{2} Y,$$

la relation

$$\left(P - \frac{1}{2} Y\right) r = QR$$

d'où

$$Q = \frac{r}{R} \left(P - \frac{1}{2} Y\right).$$

La quantité Y pouvant varier beaucoup dans le travail de l'usine, on voit qu'il sera avantageux de former ce contre-poids de plusieurs segments minces superposés dont on aura à l'avance calculé le nombre pour les différentes phases principales de ce travail. En général deux ou trois suffiront, et la sujétion qui peut en résulter n'est point de nature à faire rejeter cette amélioration.

Dans le cas où l'équipage du châssis serait au contraire trop léger, on lui ajouterait directement le poids nécessaire, et la manière la plus utile de le faire serait d'appliquer le long des bielles en bois, vers leur milieu, des bandes en tôle destinées à les renforcer.

17. **Mouvement de la pièce débitée.** — Le bois peut avancer pendant que la scie descend ou pendant qu'elle remonte : le dernier de ces deux systèmes a été employé dans d'anciennes scieries ; la pièce de bois reste alors immobile pendant le travail de l'outil, et il faut que les pointes des dents soient rangées sur une ligne droite oblique à celle que suit le châssis ; elles mordent donc toutes d'une même quantité qui est égale à la distance réciproque des perpendiculaires abaissées des pointes de deux dents consécutives sur la direction du mouvement du bois.

Cette régularité géométrique serait avantageuse pour opérer sur une matière uniformément résistante, mais le premier système est préférable parce que, s'il se présente des

nœuds, le mouvement progressif de la pièce débitée peut se ralentir en même temps que celui de l'outil, et les dents mordent moins, ce qui est une condition de conservation. En outre, il est beaucoup plus facile de faire varier le travail des dents suivant la dureté du bois.

18. **Règle pratique pour déterminer le rapport à établir entre le mouvement du bois et celui de l'outil.** — Cette donnée essentielle de la construction des scieries doit résulter de l'expérience pratique. Si l'on faisait mordre trop peu les dents, on s'exposerait à ce qu'elles ne coupassent point les fibres ligneuses, et le travail serait en outre trop retardé; en augmentant leur action au delà de certaines limites, on ferait naître des circonstances nuisibles indiquées précédemment (N° 6)[1]. D'après l'examen d'un grand nombre de machines et de résultats d'expériences, nous croyons pouvoir indiquer les valeurs moyennes suivantes du rapport $\frac{a}{L}$ entre la quantité a dont la pièce débitée avance par coup de scie, et la course L de l'outil, suivant l'essence du bois :

Orme tortillard, frêne et autres bois très-durs, de 0,0015 à	0,0025
Orme ordinaire, noyer, hêtre, etc.	0,0030
Chêne de dureté moyenne	0,0035
Bois blancs	0,0050
Sapin	0,0055

Ces valeurs du rapport $\frac{a}{L}$ sont celles qui conviennent pour le débit des pièces de deux à trois ans de coupe et d'épaisseur moyenne; pour les bois minces, on peut les augmenter, et pour les pièces dont l'épaisseur excède $0^m,600$, il faut les diminuer un peu. Enfin, dans le sciage des bois verts, on peut, sans inconvénient, augmenter ces rapports de $\frac{1}{5}$ de leur

[1] Expériences sur le bois de sapin.

valeur, pourvu toutefois que les parties rentrantes des dents offrent un logement suffisant à la sciure.

19. **Mode de direction du chariot qui porte la pièce débitée.** — Le chariot est généralement composé de deux poutres longitudinales ou *côtés*, et d'un certain nombre de traverses ou *entretoises* destinées, les unes à relier ces côtés, les autres à porter la pièce de bois retenue solidement par différents moyens entre lesquels nous recommanderons particulièrement celui que l'on voit dans la figure A, dispositif simple, et qui n'oppose aucun obstacle au travail de l'outil. Ce chariot doit être supporté lui-même par une plate-forme très-solide, afin que l'action de l'outil ne puisse le faire fléchir, ce qui engendrerait des vibrations très-nuisibles. Une autre condition plus importante encore est qu'il soit parfaitement guidé, de manière qu'il avance suivant une ligne droite parallèle au plan de la lame, c'est-à-dire perpendiculaire à celui du châssis porte-scie. Enfin il faut s'attacher à diminuer les frottements. Ces deux conditions seront remplies par l'appareil suivant :

On pratiquera dans les deux côtés du chariot, construit en bois de chêne, des encastrements inférieurs distants entre eux de $1^m,00$ à $1^m,50$, dans lesquels on logera la partie supérieure de roulettes ou galets en fonte de $0^m,15$ environ de diamètre portés par des axes en fer forgé. Les galets situés d'un même côté seront cylindriques et les autres à gorge creuse : ces gorges emboîteront un rail directeur saillant en fer, fixé sur la plate-forme, et les premiers galets rouleront sur un rail plat parallèle au premier. En établissant ce système, il faut avoir soin que le chariot soit horizontal dans tous les sens ; toutefois, pour favoriser son mouvement vers l'outil, on pourrait lui donner, au moyen de la plate-forme, une inclinaison longitudinale d'un millimètre par mètre courant.

20. **Mécanisme du mouvement du chariot : conditions auxquelles il doit satisfaire, et moyens de les réaliser.** — Quel que soit le dispositif adopté, il doit satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° Que le rapport entre l'avancement du trait par coup de scie et la course du châssis soit exactement établi et puisse être facilement modifié suivant les circonstances ;

2° Que le travail du sciage se répartisse uniformément sur les dents qui opèrent.

Cette dernière condition est généralement négligée par les constructeurs ; aussi nous pourrions citer des scieries, d'ailleurs très-soignées, dans lesquelles les lames s'usent inégalement : dans les unes, la ligne qui passe par les pointes des dents prend, au bout d'un certain temps, une courbure convexe ; dans les autres, elle devient concave, et l'on est obligé de changer ces lames avant l'époque où elles auraient été hors de service si le mécanisme eût été disposé d'après une étude géométrique.

Il faut remarquer d'abord que, dans la transmission du mouvement au châssis, comme dans toutes celles où le mouvement circulaire continu est transformé, par l'intermédiaire de bielles et de manivelles, en mouvement rectiligne alternatif, les vitesses de la scie sont inégales pendant toute la durée de sa course, en supposant même uniforme celle de la manivelle, ce qui a lieu très-approximativement par suite de l'action régulatrice du volant. A l'origine, la vitesse des dents est nulle ; elle augmente ensuite rapidement, acquiert sa plus grande valeur au milieu de la course, puis décroît et redevient nulle à la fin. Pour que les dents s'usent également, il faut que la vitesse du chariot varie en même temps et de la même manière, de sorte que le rapport entre ces deux vitesses soit constant. Examinons à ce

point de vue les deux genres de mécanisme employés.

Dans le système de Belidor, encore en usage, un petit bras AB (fig. 6) est articulé, d'une part, en A avec le châssis porte-scie, de l'autre avec un levier allongé BD fixé à un arbre C de rotation ou plutôt d'oscillation. Sur cet arbre est également fixé un autre levier GM faisant avec la direction du précédent un angle obtus. Ce second levier doit présenter une coulisse dans laquelle on puisse faire glisser à frottement doux et arrêter par un écrou une pièce qui s'articule avec l'extrémité E d'une tige EF nommée *pied-de-biche* parce qu'elle se termine en forme de griffe, de manière à s'insérer entre deux dents consécutives d'une roue à rochet F, à laquelle on a conservé l'ancienne dénomination de *roue des minutes* qui lui vient de la règle qu'on suivait pour la division de sa circonférence. L'arbre de rotation O de cette roue porte deux pignons qui conduisent deux crémaillères fixées aux longs côtés du chariot.

Il convient que, lorsque le châssis est au sommet de sa course, le petit bras AB soit vertical et le levier BD horizontal : on doit, en outre, éviter que, dans la position inférieure du châssis, ces deux pièces ne soient tendues en ligne droite, il faut au contraire qu'elles fassent encore entre elles un angle assez grand pour permettre, si l'on en reconnaît l'utilité, une augmentation de la course de l'outil. Il est facile de voir que, lorsqu'on adopte ce dispositif, dans les premiers instants de la course l'extrémité B du levier moteur BD est animée d'une vitesse égale à celle du châssis ; puis, le rapport entre ces vitesses diminue à mesure que celui-ci descend, à cause de l'obliquité croissante du petit bras AB : ainsi la condition précédemment posée n'est point satisfaite et les dents successives de la scie mordent de moins en moins à partir de la plus inférieure. C'est dans ce cas que l'usure inégale de ces dents

tend à faire prendre à la ligne qui passe par leurs pointes une courbure convexe.

Dans d'autres machines, le levier qui fait osciller autour de son axe l'arbre C du pied-de-biche est remplacé par une bielle BD (fig. 7), articulée, d'une part, avec un levier LC fixé à l'arbre C, et, de l'autre, avec une petite manivelle AB calée sur l'arbre de rotation A du volant ; le levier CL présente une coulisse dans laquelle on assujettit l'extrémité D de la bielle : en variant la position de ce point d'attache, on modifie à volonté la quantité dont le bois avance par coup de scie.

Pour apprécier les effets d'un semblable dispositif, il faut d'abord comparer les déplacements successifs du point D à ceux du châssis, en remarquant que le mouvement de rotation de la manivelle de celui-ci est exactement le même que celui de la petite manivelle AB, de sorte que, si le point D était assujetti à se mouvoir en ligne droite, la différence entre les déplacements précités ne serait due qu'à celle des longueurs des pièces dans les deux systèmes, et, en faisant en sorte que le rapport $\frac{AB}{BD}$ fût égal à celui qui existe entre la manivelle et la bielle du châssis, on obtiendrait un rapport constant entre les mouvements du point D et celui de l'outil. Or, non-seulement cette dernière condition n'est point remplie dans les constructions existantes, mais lors même qu'elle le serait, ce point parcourant un arc de cercle, la loi précitée n'aurait point lieu. Enfin, la variation des angles D et E est encore une cause de perturbation dans la transmission du mouvement, de sorte qu'il n'est point possible de satisfaire par ce mécanisme à la condition qui nous occupe. Pour la réaliser, j'ai adopté le dispositif suivant :

Nouveau mécanisme. L'extrémité *d* de l'arbre des mani-

velles s'engage dans un court manchon appartenant à un plateau en fonte *pp* (fig. A) qui présente suivant un de ses diamètres une coulisse à section trapézoïdale : dans cette coulisse s'inscrit un prisme *a*, en fer, portant un bouton d'articulation *b* qui s'engage dans la rainure d'une bielle évidée *st*, et peut être maintenu en un point quelconque de sa longueur. Dans cette rainure, entre et peut également s'arrêter un second bouton appartenant à une douille qui embrasse à frottement doux une tige *xz* et peut être fixée par une vis de pression sur un point quelconque de cette tige, laquelle s'articule avec le pied-de-biche *zu* et se trouve guidée dans la direction verticale par deux anneaux fixes. Le dispositif au moyen duquel on maintient les boutons *b* et *b'* des deux articulations de la bielle en un point déterminé de sa longueur, consiste simplement en une plaque de tôle *mnm'n'* deux fois recourbée à angle droit embrassant les deux branches de cette bielle et portant latéralement une vis de pression *v*.

Le pied-de-biche a été proportionné et placé sur la roue à rochet de manière qu'il reste lui-même à très-peu près vertical : sa course totale est égale au double de la distance r' du centre du plateau *pp* à celui du bouton *b* de l'articulation correspondant, et c'est en faisant varier cette distance que l'on règle la quantité dont le bloc à débiter avance par coup de scie. Ce dispositif permet en outre de modifier la longueur de la bielle, c'est-à-dire la distance l' de ses deux articulations, et, par conséquent, il sera facile de conserver au rapport $\frac{r'}{l'}$ la valeur constante du rapport analogue de la manivelle à la bielle du châssis porte-outil. De cette façon, la relation entre le mouvement du bois et celui de la scie sera constante pendant toute la course de cette dernière.

21. **Suspension spontanée du mouvement du chariot.** —

Il est utile qu'au moment où le trait est parvenu jusqu'à l'extrémité de la pièce débitée, le chariot qui la porte s'arrête spontanément. Dans quelques-unes des scieries modernes, on trouve un appareil disposé à cet effet, mais il est lourd et compliqué : celui que j'ai adopté consiste simplement à fixer sur l'un des côtés du chariot un petit buttoir *m* (fig. A) qui vient rencontrer une saillie *n* appartenant à une tige verticale mince *og* rattachée par deux pitons à la plate-forme ; cette tige porte un petit bras *e* auquel est fixé un cordon tendu *ef* dont l'autre extrémité vient s'attacher à la partie supérieure du pied-de-biche. Lorsque la rencontre a lieu, la tige *og* tourne un peu et la griffe du pied-de-biche sort des dents de la roue à rochet. On voit qu'il ne faut, pour construire cet appareil, que quelques fragments de fils de fer.

22. **Roue des minutes.** — On a vu au N° 3 que l'outil devait mordre dans le bois tout en commençant sa course descendante ; il faudrait donc que le pied-de-biche poussât la roue des minutes aussitôt que le châssis se met en mouvement, et, pour cela, la première condition à remplir est que, dans l'ascension du châssis, il rétrograde d'un nombre entier de dents sur la circonférence de cette roue ; mais, cette condition étant même réalisée, il est facile de voir que l'extrémité de la pièce précitée n'est encore que posée sur le dos d'une dent : il faut donc que cette extrémité soit forcée de s'introduire dans l'angle rentrant, résultat qu'on obtiendra en attachant à la hampe du pied-de-biche et à un point fixe, un ressort à boudin ou une lame élastique, tirant ou poussant normalement à la direction de cette hampe, et en arrondissant un peu l'angle saillant des dents dont le dos doit présenter une légère convexité ; en outre, la meilleure direction des faces de ces dents est suivant le rayon de la roue. Quant à la division de cette roue, elle doit être réglée sur la condition que le pied-de-

biche puisse, en rétrogradant d'un nombre entier et variable de dents, faire avancer le bois de la quantité qui correspond à sa nature et à son épaisseur, en se guidant sur la règle pratique donnée au N° 18. On y parviendra par un tâtonnement géométrique.

23. **Déplacement transversal et longitudinal du bois.** — Lorsque la pièce de bois a été refendue sur toute sa longueur, si le débit n'en est pas terminé, il faut faire rétrograder le chariot d'une quantité égale à cette longueur, et, de plus, déplacer le bois ou l'outil parallèlement à lui-même, avant de recommencer un second trait. Le temps perdu pendant le premier de ces mouvements peut être réduit si, au lieu d'arrêter la machine motrice ou sa transmission de mouvement, comme on le fait encore dans beaucoup de scieries, on s'arrange de façon qu'elle puisse faire rétrograder le chariot; il suffit, pour cela, que l'arbre des pignons de crémaillère porte, en dehors du chariot, un embrayage fixe et une poulie folle à laquelle la transmission de mouvement du système communique, par une courroie, une rotation inverse de celle de la roue des minutes. Lorsqu'on voudra faire rétrograder le chariot, on retirera l'extrémité du pied-de-biche et l'on embrayera cette poulie.

Quant au déplacement transversal de la pièce de bois, M. Philippe a construit des chariots composés de deux parties dont l'une a le mouvement longitudinal ordinaire, et dont l'autre peut prendre un mouvement transversal sur la première, à l'aide d'un système de transmission mû à la main en tournant une manivelle [1] : cette seconde partie porte un bâti vertical en bois contre lequel est fixée la pièce à débiter. Un

---

[1] Voir le tome III de la *Publication industrielle* de M. Armengaud aîné.

appareil de ce genre est très-avantageux pour le débit en feuilles de placage, où il faut déplacer le bois de quantités très-petites et parfaitement égales entre elles; mais, pour les scieries ordinaires, sa complication et son prix ne paraissent point en rapport avec la nature du travail, et, s'il s'agit de débiter, par exemple, des madriers ou des planches, il sera préférable, sous tous les rapports, de faire agir plusieurs lames à la fois (8). On se contentera, s'il y a lieu, de déplacer latéralement le bois, à la main ou à l'aide de leviers; mais il faudra auparavant avoir tracé sur les deux sections transversales extrêmes, coupées carrément, la division de la pièce en traits de scie, et avoir fixé ou tracé sur la traverse correspondante du chariot, vis-à-vis des lignes de division, des repères au moyen desquels on sera sûr de faire appuyer la pièce parallèlement à elle-même de la quantité voulue.

24. **Chariot circulaire pour le débit des jantes de roues.** — On peut très-facilement, dans une scierie organisée pour le débit rectiligne, obtenir des pièces en arc de cercle, par l'addition d'un appareil très-simple inventé par le garde du génie Ségard. Ce dispositif, représenté par la figure 8, consiste principalement en un chariot horizontal en secteur de cercle, au centre duquel est fixé un pivot que l'on engage dans une ferrure à crapaudine fixée à la plate-forme près d'un des côtés du grand chariot rectiligne: la face verticale intérieure du côté opposé de ce dernier chariot porte une crémaillère et la circonférence du premier un arc de roue dentée qui s'y engrène; de sorte que, le jeu de la scierie ayant lieu comme à l'ordinaire, le chariot circulaire tourne autour de son pivot en s'appuyant sur un petit rail plat par l'intermédiaire de deux roulettes. Ce chariot se compose principalement d'un arc épais et de deux bras solides dirigés suivant des rayons; ces bras portent sur leurs

faces verticales intérieures des encoches à différentes distances du centre, suivant la grandeur des rayons des jantes; ces encoches, dans lesquelles on engage l'outil, sont le commencement des traits circulaires qu'on veut obtenir, et la pièce de bois y est retenue dans la position la plus convenable pour diminuer le déchet de matière. Avec ce système simple, solide et économique on peut, l'outil marchant avec une vitesse de 100 coups par minute, débiter par heure 110 jantes d'orme sec et 150 d'orme vert.

25. **Scieries doubles.** — La difficulté d'obtenir une réglementation convenable des poids des pièces oscillantes, dans les scieries alternatives, et d'éviter l'influence nuisible des causes diverses de variation de résistance, pourrait être considérablement diminuée par la réunion de deux scieries commandées par la même machine motrice et un arbre coudé de manivelles; celles-ci seraient disposées de façon que l'un des châssis montât pendant que l'autre descendrait. Dans les usines où le travail industriel est assez considérable pour motiver l'emploi de deux scieries, l'adoption d'un semblable dispositif serait d'autant plus avantageuse que l'on simplifierait considérablement la construction et qu'on diminuerait l'emplacement qu'elle exige. Aussi avons-nous cru devoir le recommander à l'attention des ingénieurs.

---

§ II.

SCIERIES A LAMES CIRCULAIRES.

Le mécanisme des scieries circulaires est aussi simple que possible, car, en faisant abstraction de la transmission de mouvement, il se compose seulement, dans les circonstances ordinaires, de l'outil, de son arbre de rotation et d'un

bâti-support : on joint quelquefois, mais rarement, à ces pièces, un volant et, plus fréquemment, une règle à parallélogramme pour diriger le bois. Nous allons examiner les conditions auxquelles doivent satisfaire ces utiles machines.

26. **Outil : ses proportions, tracé des dents.** — Le seul inconvénient des scieries circulaires est que, la lame ne pouvant être tendue mécaniquement, on est obligé d'en restreindre le rayon si l'on ne veut en augmenter l'épaisseur, et, par suite, accroître les résistances et le déchet de matière ; en outre, il faut les renforcer par deux plateaux en fer boulonnés sur leurs faces et calés sur l'arbre de rotation. On voit donc que la hauteur de bois débitée d'un seul trait avec une lame est limitée à la partie du rayon comprise entre les pointes des dents et la circonférence de ces plateaux ; en pratique, cette hauteur doit même être plus petite pour que les dents supérieures ne tendent pas à repousser le bois.

Le tracé des dents est le même que pour les lames droites. Cependant, comme elles ont une grande vitesse, il convient de diminuer un peu l'intervalle entre les pointes lorsqu'elles doivent scier des bois très-durs ou noueux, et la voie doit être un peu plus grande pour faciliter le dégagement de la sciure. Quant à l'épaisseur des lames, on la proportionnera à leur diamètre d'après les indications suivantes :

DIAMÈTRES.	ÉPAISSEUR.
De $0^m,20$ à $0^m,30$	$1^{mm},0$
De $0^m,30$ à $0^m,40$	1 — 5
De $0^m,40$ à $0^m,50$	2 — 0
De $0^m,50$ à $0^m,60$	2 — 5
De $0^m,60$ à $0,^m80$	3 — 0
De $1^m,00$ à $1^m,20$	3 — 5

Les constructeurs donnent souvent un trop petit diamètre aux plateaux de renforcement; il en résulte que les grandes lames fouettent et que la largeur du trait est presque double de la voie, dans les bois tendres. Il convient que ce diamètre soit $\frac{1}{6}$ au moins de celui de la scie; l'épaisseur des disques sera de $0^m,04$ environ. Lorsqu'ils ont un diamètre inférieur à $0^m,12$, on les serre contre la lame au moyen d'un seul écrou central en terminant l'arbre de rotation par une partie filetée; comme cet arbre doit avoir une épaisseur de $0^m,04$ à $0^m,05$, il peut présenter un épaulement suffisant pour le serrage; il n'est même pas indispensable de caler les disques sur l'arbre, surtout si la partie de cet arbre qu'ils embrassent est équarrie.

27. **Épaisseur des plus fortes pièces que l'on puisse débiter avec une seule scie circulaire.** — D'après la règle précédente et en adoptant pour la quantité dont la partie supérieure de la lame doit dépasser la surface de la pièce débitée, $\frac{1}{6}$ du rayon de cette lame, on pourra débiter d'un seul trait, avec une scie circulaire, des pièces dont l'épaisseur soit les $\frac{2}{3}$ du rayon de la lame, qui ne paraît pas devoir dépasser sans inconvénient $0^m,60$.

Enfin, lorsqu'on n'a pas besoin d'un débit très-précis, il y a un moyen bien simple de doubler l'épaisseur précitée, moyen qui consiste à la débiter par deux traits successifs, en retournant la pièce de bois.

28. **Vitesse de l'outil.** — On peut donner aux scies circulaires bien proportionnées une vitesse, à la circonférence, de 15 mètres par seconde pour les bois durs ou très-noueux, 20 mètres pour le chêne de dureté moyenne, et 25 à 30 mètres pour les bois tendres. Afin de pouvoir faire varier ces vitesses, la courroie qui transmet le mouvement doit passer sur une poulie en fonte à plusieurs rayons, posée sur l'arbre

de la scie : cette précaution n'est point en usage, et les ouvriers débitent les bois durs avec la même vitesse que les autres ; aussi est-on obligé d'affûter très-souvent les dents et l'on voit le diamètre des lames diminuer quelquefois de $0^m,025$ ou même plus, au bout d'une année de service.

29. **Volant.** — L'absence de mouvements alternatifs dans le mécanisme est une condition de régularité, mais il faut encore combattre les accroissements momentanés de résistance dus à la constitution du bois et à la manière dont il est poussé contre les dents. Cependant, la masse de la lame et de la poulie de transmission en fonte contribuant à remplir ce but lorsqu'elles sont bien centrées, on se dispense généralement d'y ajouter un volant proprement dit, ce qui n'a point d'inconvénient lorsque la scie a un grand diamètre. Pour les petites, et lorsqu'on veut obtenir un débit à surfaces nettes, il faut un volant auquel on donnera un diamètre de $0^m,75$ et un poids de 40 kil. environ.

30. **Mouvement, support et guides de la pièce débitée.** — Le bâti ou établi qui supporte la machine et la pièce à débiter est ordinairement construit en bois de chêne. Il doit être très-solide et avoir une grande stabilité ; on donnera à la table une épaisseur de $0^m,12$, et aux pieds, traverses et contre forts, un équarrissage de $0^m,20$ au moins. Une partie de cet établi peut être fermée et servir d'armoire pour les ouvriers. La surface supérieure de la table doit être bien plane, polie et horizontale, et s'élever à $0^m,90$ au-dessus du sol de l'atelier : elle passe à 5 millimètres environ au-dessus de la partie supérieure des plateaux de renforcement de la scie, qui tourne dans une entaille étroite pratiquée au milieu de cette table dont la longueur peut être restreinte à $3^m,50$, lors même qu'on doit débiter de plus longues pièces ; si l'outil n'est destiné qu'au sciage des petits bois, on diminuera cette dimension.

La vitesse convenable avec laquelle la pièce doit avancer paraît être les $\frac{8}{1000}$ de celle des dents, pour les bois de dureté moyenne.

Quant à la direction à imprimer à la pièce débitée, il serait très-facile de placer sur la table un chariot bien guidé, et alors ce serait la surface supérieure de ce chariot qui devrait affleurer à peu près le sommet des plateaux de renforcement; mais ce moyen n'est point usité, et l'on se contente de pousser à la main la pièce de bois sur laquelle on a auparavant tracé la direction du trait. Lorsque la lame est bien plane et ne fouette pas, les ouvriers peuvent d'ailleurs se donner une certaine facilité de direction en la dégauchissant avec la ligne droite tracée dans la longueur de la pièce. Pour débiter une pièce très-allongée, il faut employer au moins deux ouvriers dont l'un la soutient tandis que l'autre l'engage et la guide : dès qu'elle pose suffisamment sur la table, le premier de ces ouvriers l'abandonne et vient s'appliquer à l'extrémité opposée, déjà sciée sur une certaine longueur, pour aider à donner une bonne direction ; en même temps, il enfonce un coin dans le trait pour diminuer le frottement de la lame. Enfin, si l'outil est destiné à débiter des pièces très-lourdes, on peut les faire porter sur des rouleaux en fonte avec tourillons, engagés dans l'épaisseur de la table et s'élevant très-peu au-dessus : l'un de ces rouleaux doit être aussi rapproché que possible de la partie antérieure de la lame, c'est-à-dire des dents qui travaillent.

Tels sont les moyens de direction et d'impulsion du bois, auxquels on se borne généralement dans les scieries circulaires, moyens qui dépendent entièrement de l'habileté des ouvriers, et paraissent insuffisants pour tous les cas où l'on doit obtenir un débit parfaitement plan et diminuer le déchet de matière, car alors les précautions à prendre feraient perdre beaucoup de temps. Il faut, dans ces cas, fixer sur la table une

équerre en fer *abc* (fig. 9) contre le côté vertical *ab* de laquelle on appuie une face plane et rabotée de la pièce de bois : cette directrice est articulée, vers ses deux extrémités, avec deux bras en fer, *mn*, *m'n'*, articulés eux-mêmes avec deux boulons verticaux *m* et *m'* fixés à la table, de sorte que les centres d'articulation soient les quatre sommets d'un parallélogramme. Dans ce dispositif, la directrice peut se déplacer parallèlement à elle-même de quantités aussi faibles que l'on veut, ce qui permet de débiter une pièce en parties d'épaisseurs déterminées parfaitement égales entre elles. Lorsque cette directrice est amenée à la position voulue, on l'y fixe au moyen d'une vis de pression *v* agissant sur un arc de cercle *oe* en fer plat.

31. **Guides des lames circulaires.** — Pour empêcher les scies à grand diamètre de fouetter et de se gauchir, on peut employer des prismes en bois blanc maintenus dans des boîtes métalliques placées un peu en dessous de la surface supérieure de la table ; ces guides, glissant entre des coulisses, sont mis en contact avec les faces latérales de la scie au moyen de vis de rappel : de chaque côté de l'axe de rotation, et aux $\frac{3}{4}$ environ du rayon, près des dents, on en disposera deux symétriquement, de manière que leurs axes de figure soient sur une même ligne droite perpendiculaire au plan de la lame. Lorsque celle-ci n'est pas bien plane, il faut la redresser, car le frottement des guides serait trop considérable : on doit aussi l'amener, s'il y a lieu, à une épaisseur uniforme sur toute l'étendue de la zone de frottement.

En résumé, les avantages des scies circulaires doivent engager à ne négliger aucun moyen d'améliorer la construction de ces machines : on doit même chercher à supprimer les scieries à mouvements alternatifs qui font beaucoup moins d'ouvrage dans le même temps, coûtent plus cher et

absorbent, pour le même travail utile, une plus grande puissance motrice et un emplacement plus étendu.

32. **Nouvelles scieries circulaires.** — Dans ce but, je me suis occupé de trouver une combinaison d'outils au moyen de laquelle on pût obtenir d'un seul trait le débit des pièces les plus épaisses, et j'ai bientôt reconnu que le problème pouvait être résolu par l'emploi de deux lames circulaires placées dans le même plan, l'une au-dessous et en arrière de l'autre, de telle sorte que la tangente horizontale inférieure de celle-ci passât un peu au-dessous de la tangente horizontale supérieure de la première : cette idée, que je croyais nouvelle, peut être réalisée de plusieurs manières; la planche III représente le mécanisme que j'ai proposé en 1853, et j'ajouterai à sa description l'indication d'un dispositif que j'ai imaginé postérieurement.

Les arbres de rotation A et A′ (fig. 1 et 2), qui portent les deux lames L et L′, sont soutenus horizontalement, d'un côté, par un support triangulaire double BB′, en fonte; de l'autre, par un support simple analogue B″. La force motrice est transmise à l'arbre supérieur par une courroie embrassant une poulie menante *p* accompagnée d'une poulie folle *p′*, et, de cet arbre au second, par une autre courroie *ff′*. Ces deux arbres ont une rainure longitudinale, et les disques de renforcement des lames une rainure semblable, pour les caler au moyen d'une clef : avec quelque attention, on pourra ainsi établir ces lames dans un même plan, sinon rigoureusement, au moins assez approximativement pour beaucoup de cas; mais si le trait doit avoir une grande régularité, il faut rendre très-précise la position des lames : à cet effet, les coussinets en bronze des tourillons de leurs arbres sont disposés de manière qu'on puisse les soulever ou les abaisser un peu, ce qui permettra de leur donner une horizontalité parfaite; en

outre, chaque extrémité de l'arbre supérieur AA est en contact, au centre, avec la pointe *t* d'une vis de rappel *v*.

Dans les grandes scieries alternatives, le bloc de bois à débiter est fixé sur un chariot muni de galets qui roulent sur une plate-forme ; ce chariot est volumineux et lourd, mais ici il se réduit à une seule pièce longitudinale PP′ en chêne de fort équarrissage portant en dessous, dans des mortaises, une série de roulettes à gorge creuse engagées sur un rail directeur saillant *m*. Sur cette pièce PP′ sont placés deux supports en fonte K, K′, dont le premier y est invariablement fixé : le second K′, au contraire, est mobile le long du chariot pour être arrêté par une vis de pression vis-à-vis de l'extrémité postérieure du bloc à débiter. Ce bloc DD′ est posé sur deux ferrures à angles droits *abeg* assemblées avec les semelles des supports K et K′ : ceux-ci présentent une rainure verticale *cd* dans laquelle peut glisser une pièce métallique *h* retenue par des coulisseaux et traversée par un prisme *li* qui se termine, du côté intérieur, par une tête taraudée dans laquelle passe une vis de pression horizontale *v*′. La mobilité de cet appareil dans la rainure *cd* permet de l'appliquer à des bois de différentes hauteurs ; en outre, à la partie inférieure des supports K, K′ est disposé un appareil semblable *l′i′v″*. De cette manière, le bloc à débiter DD′ étant porté en dessous, et serré en même temps à ses deux extrémités par quatre vis agissant dans le sens de sa longueur, est parfaitement maintenu de ce côté, et il ne s'agit plus, pour compléter le système, que de le supporter de l'autre côté : à cet effet, l'on y appliquera, à chaque extrémité, une chape en fonte *nxx′n′* dont la face *xx′* est armée d'aspérités aiguës qui pénétreront dans le bois, et dont les branches *xn*, *n′x′* portent une roulette allongée *o* s'appuyant sur le sol rendu plan et solide ; on pourra, si l'on veut, arrêter encore ces chapes sur

le bois par une vis v'''. L'excavation XYZ qui correspond à la scie inférieure L' et en permet le déplacement, interrompant le sol en cet endroit, on y suppléera en posant, sur les deux extrémités de cette excavation, un rail mobile jj' assuré par des coins dans la position convenable.

Il serait facile de transmettre au chariot simplifié PP' l'action de la machine motrice, en posant une poulie sur l'extrémité prismatique M du petit arbre MO (fig. 2); mais il me paraît préférable de faire avancer à bras le bois à débiter, ayant reconnu qu'en général il est avantageux, dans l'usage des machines opératrices, de laisser intervenir l'action directe de l'ouvrier, qui sent alors dans la main toutes les variations notables de la résistance de la matière, et peut y proportionner l'action des outils. Ici l'ouvrier, s'appliquant à une manivelle placée en M, mettra en mouvement une série d'engrenages plans montés sur les deux parties du support BB', et aboutissant à un pignon qui conduit une crémaillère CC fixée à la face extérieure du chariot PP', appareil analogue à celui des manœuvres de vannes des grandes roues hydrauliques. On déterminera facilement les rayons des engrenages de manière que l'effort ordinaire d'un homme suffise, sans que la vitesse imprimée à la manivelle soit trop ralentie par la transmission. Pour le débit des bois tendres ou des pièces peu épaisses, on placera cette manivelle en M' sur le second axe M'O'.

L'emploi simultané de deux lames circulaires fait naître tout d'abord cette difficulté, que leur usure progressive augmentant la distance réciproque de leurs circonférences, il pourrait rester entre elles, après un usage prolongé, une petite portion de bois non sciée. A cet égard, il faut remarquer que les bonnes lames employées par des ouvriers exercés ne s'usent, au plus, que de $0^m,02$ par année, de sorte qu'en établissant, par exemple, la partie inférieure de la scie supérieure

à $0^m,04$ en dessous du sommet de la seconde, on pourra travailler pendant au moins un an, sans que l'inconvénient dont il s'agit se produise. A ce moyen s'en joint un autre consistant en ce que les coussinets qui enveloppent les tourillons de l'arbre de rotation AA de la première lame L s'engagent dans des rainures verticales pratiquées dans leurs supports B′ et B″; ces coussinets s'appuient sur des coins ou clavettes accouplées *s*, *s′* et leur partie supérieure est pressée par une vis verticale V, de sorte que l'on pourra facilement faire descendre la lame supérieure de la quantité nécessaire, lorsque le premier moyen sera devenu insuffisant. Il en résultera, à la vérité, des variations dans la tension des courroies motrices, mais on la conservera facilement au moyen de rouleaux de tension, appareils bien connus qui seraient même inutiles si l'on adoptait un mode de réunion des deux bouts d'une courroie, qui permît d'obvier aux altérations d'élasticité, inévitables dans toute espèce de transmissions de ce genre. Nous ferons d'ailleurs remarquer que la mobilité des coussinets des arbres moteurs, réglée comme il vient d'être indiqué, est un moyen général simple de proportionner exactement les tensions des courroies, de manière à ne faire acquérir à ces tensions que la valeur strictement nécessaire pour empêcher le glissement.

Dans la description précédente, on n'a pas compris de volant, parce qu'il est d'usage de n'en point adjoindre aux scies circulaires : l'expérience prouve, en effet, que la grande vitesse des lames et de leur poulie supplée suffisamment à leur faible masse ; mais rien ne s'oppose à l'addition d'un volant sur chacun des axes A et A′.

Les corps d'arbre sont généralement équarris grossièrement à la hache avant d'être sciés, mais si, par exception, on les laissait avec leur forme ronde, il suffirait, pour appliquer les

chapes-supports *mxx'm'*, d'y clouer à chaque extrémité un prisme de bois.

On remarquera d'ailleurs que l'emploi de ces chapes-supports n'est nécessaire qu'au commencement du débit, lorsque la pièce a encore une grande largeur. Après l'avoir refendue en deux ou trois parties, on pourra n'employer que les supports K pour le sciage de chacune de ces parties.

33. **Deuxième dispositif.** — Dans ce second dispositif, les lames L et L' occupent une position constante, et la scie inférieure L' est fixée à l'extrémité de son arbre, qui dépasse de la quantité nécessaire le support de tourillon placé à cette extrémité sur le bord X de l'excavation XYZ réduite à une entaille pour le passage de la scie : la pièce à débiter est entièrement portée par un chariot ordinaire armé de galets à gorge creuse d'un côté et cylindriques de l'autre. A l'une des extrémités de ce chariot est fixé un châssis vertical en fonte contre lequel est maintenue celle des blocs à débiter; l'autre extrémité de ces pièces est maintenue par un châssis analogue au premier, mais mobile. La distance laissée entre les lames et le support B'' doit être un peu supérieure à la plus grande épaisseur des pièces que l'on doit obtenir par le débit, et, avant l'exécution de chaque trait, on déplace le bloc parallèlement à lui-même de manière à amener la ligne tracée pour ce trait dans le plan vertical des lames.

---

§ III.

NOUVELLE SCIERIE A TRONÇONNER. — DIVISION MÉCANIQUE DES PIERRES ET DES MARBRES.

34. **Difficulté pratique du problème. — Conditions à remplir.** — Dans l'état de perfectionnement où est parvenue l'in-

dustrie des machines, on peut s'étonner de voir encore exécuter à bras d'hommes le sciage transversal des corps d'arbres et la division des blocs de pierre ou de marbre. Pour les bois et pour certaines pierres on emploie des lames de scie rectilignes connues sous le nom de *passe-partout* dont les dents triangulaires sont tracées et limées de manière à opérer dans les deux sens de leur mouvement alternatif[1]. Pour les pierres très-dures et les marbres, on applique une lame mince non dentée, en acier ou en tôle.

La difficulté mécanique particulière à laquelle ces opérations donnent lieu, consiste en ce que l'on ne pourrait, sans de grands inconvénients, faire avancer la masse à débiter, qui doit en conséquence rester immobile. Il faut donc que l'outil reçoive un double mouvement, celui de va-et-vient, ordinairement horizontal, au moyen duquel il travaille, et une descente verticale lente qui le mette en contact avec les parties consécutives de la hauteur du bloc. En outre, la lame coupante doit transmettre une pression suffisante pour la faire mordre et pénétrer dans la matière, et enfin, cette pression doit pouvoir être variée suivant la dureté ou la contexture particulière du corps sur lequel on opère.

Les imperfections des scieries transversales que j'ai eu l'occasion de voir fonctionner m'ont engagé à chercher un mé-

---

[1] Par suite de cette circonstance, la sciure des bois étant plus abondante, la distance entre les pointes de deux dents consécutives doit être un peu plus grande que dans les scieries ordinaires : on peut la porter à 30 ou 35 millimètres; les deux arêtes coupantes et la base de chaque dent formeront un triangle équilatéral : la largeur totale de la lame peut être de $0^m,120$, son épaisseur de $0^m,0015$, et la voie, pour scier dans le bois, de $0^m,003$ à $0^m,0035$.

Dans ses *Notes sur l'Architecture hydraulique de Bélidor*, Navier décrit une machine à tronçonner dont l'outil est une scie circulaire animée d'un double mouvement qui permet de l'appliquer successi-

canisme qui pût remplir ces conditions, et je me suis arrêté au suivant :

35. **Description d'un nouveau mécanisme.** — Le châssis porte-outil (fig. B, pl. III) est en fonte avec nervures ; sa section transversale est en forme de T et proportionné de telle façon que la tension de la lame ne puisse faire fléchir sensiblement les deux côtés verticaux : cette tension est obtenue à l'aide d'une vis de rappel *v* qui passe dans la tête intérieurement taraudée *b* de la monture de la scie et s'appuie sur la partie inférieure élargie de l'un des côtés précités par l'intermédiaire d'un petit prisme de fer ; l'extrémité opposée de la lame est également goupillée dans la portion aplatie d'une seconde monture *b'* à tête ronde.

La force motrice est transmise par une courroie à une poulie en fonte *p* accompagnée d'une poulie folle et d'un volant V, sur l'un des bras duquel est articulée une bielle B. L'extrémité opposée de cette bielle est également articulée avec une pièce en fer bifurquée *a* qui embrasse à frottement doux la nervure de l'un des côtés verticaux du châssis, de sorte que celui-ci peut glisser verticalement dans cette pièce, qui lui transmet horizontalement la force et le mouvement ; une pièce semblable *n* embrasse de la même manière l'autre montant du châssis, et toutes deux glissent à frottement doux dans les coulisses d'une traverse horizontale en fonte FF' fixée solidement aux deux poteaux du bâti en bois par des oreilles qui y sont encastrées.

L'extrémité supérieure de chacun des deux côtés verticaux du châssis dépasse son côté horizontal et porte un galet en fonte *cc* dans la gorge creuse duquel entrent les deux côtés infé-

---

vement sur les différents côtés du corps d'arbre. Outre que ceci n'est point applicable à la division des pierres, on conçoit facilement combien un semblable mécanisme doit être sujet à se déranger.

rieurs d'une coulisse appartenant à une seconde traverse horizontale en fonte GG′ non plus fixe comme FF′, mais mobile dans le sens vertical et ajoutant son poids à celui de l'équipage du châssis pour le faire descendre. A la face postérieure de cette traverse et vis-à-vis de l'axe des poteaux du bâtis sont boulonnés deux prismes d'acier en queue d'hironde qui s'inscrivent dans des rainures verticales *rr*, *r′r′* pratiquées dans ces poteaux et garnies en cuivre. Enfin, à la même traverse GG′ et au même endroit s'attachent deux chaînes dont chacune passe sur une poulie de renvoi PP′, et soutient à l'autre bout une forte tringle horizontale *ff′* au milieu de laquelle sont fixés un plateau de balance *mm* en tôle et un crochet D. On placera dans ce plateau le contre-poids additionnel qui pourra être nécessaire pour proportionner la pression de l'outil sur le bloc à débiter suivant la dureté de la matière, et l'on suspendra au crochet une corde D*d* dont l'ouvrier se servira pour faire remonter le châssis, le suspendre, ou même en modérer le mouvement de descente lorsque la résistance au sciage sera très-variable par suite de l'inégalité de largeur de la pièce à débiter. Cette pièce est posée sur une série de rouleaux en fonte *k*, *k′*, *k″*... tournant autour d'axes fixes; si elle n'a pas assez de masse pour se maintenir par elle-même contre l'action transversale de l'outil, on la fixera dans la position voulue au moyen de quatre vis de pression *w*, *w′*.... tournant dans des écrous inscrits dans les coulisses verticales de quatre supports, en fonte *s*,*s′*.., boulonnés sur la charpente du plancher.

Pour montrer comment on procédera au calcul des dimensions transversales du châssis, je prendrai comme exemple le cas d'une scierie à tronçonner pour un arsenal d'artillerie, en évaluant à $0^{m},90$ le diamètre des plus gros corps d'arbre en chêne que l'on pourra avoir à couper.

Pour satisfaire rigoureusement à la règle pratique du N° 13, il faudrait donner à la scie une course de $0^m,90$; mais comme les corps d'arbre n'auront cette dimension que suivant leur diamètre, nous nous bornerons à une course de $0^m,80$: d'après la règle du N° 18 cet outil pourra pénétrer, dans chaque course, de $2^{mm},5$. Cela posé, les résultats d'expérience rapportés aux N°s 4 et 6 donnent, pour la quantité de travail T_s correspondante à une surface S débitée transversalement dans le chêne moyennement dur et sec :

$$T_s = 0,80\ S\ (82000E + 24850)\ ;$$

or, dans le trait de scie qui passera par le diamètre horizontal du corps d'arbre, on aura :

$$E = 0^m,90,\ S = 0,90 \times 0,0025 = 0^{mc},00225\ ;$$

donc la quantité de travail dynamique transmise dans ce coup de scie et dans les voisins sera :

$$0,80 \times 0,00225\ (82000 \times 0,90 + 24850) = 178^{km},$$

et, par conséquent, l'effort moyen de traction correspondant sera

$$\frac{178}{0,80} = 222^{km}.$$

Cela posé, en donnant une largeur et une épaisseur égales aux deux branches de la section transversale du châssis et faisant cette épaisseur b égale à $\frac{1}{8}$ de la largeur a, celle-ci se calculera au moyen de la formule [1]

$$a^3 = \frac{Pc}{500000},$$

[1] Voir l'*Aide-mémoire de Mécanique pratique* de M. le général Morin ; 4e édition, N° 418 (Solides renforcés par des nervures).

dans laquelle, ici, P = 222^{km} : la longueur intérieure libre *c* de chacun des côtés verticaux du châssis sera d'ailleurs 0^{m},95, ce qui donne :

$$a = 0^{m},08 \qquad \text{d'où} \qquad b = 0^{m},016.$$

La longueur de la scie entre ces côtés sera 1^{m},80, et ils dépasseront de 0^{m},15 le côté horizontal ; ainsi le poids de ce châssis sera :

$$2 \times 0,08 \times 0,016\,(2,20 + 1,80)\,7200 = 74^{km}.$$

On déterminera la force de la machine motrice en suivant la marche indiquée au N° 39, chapitre III.

36. **Bases de l'établissement des machines à diviser les pierres et les marbres.** — Il serait superflu d'insister sur l'application du mécanisme qui vient d'être décrit à cette opération industrielle, application qui se fera en y ajoutant seulement une auge horizontale en tôle destinée à faire suinter, le long du trait de scie, de l'eau qui, dans le cas de matériaux très-durs, sera mélangée de poudre de grès très-fine, ou de sable siliceux bien lavé.

L'oscillation du châssis porte-outil pourra avoir une étendue relative plus faible que pour le sciage des corps d'arbre ; ainsi, une course de 0^{m},50 paraît suffisante pour les gros blocs, celle des scies à bras n'étant que de 0^{m},40.

Si l'on veut débiter des tablettes minces dans les prismes de marbre, on pourra faire travailler plusieurs lames à la fois, en fixant solidement à la partie inférieure du châssis vertical, un châssis horizontal portant ces lames dont on réglera l'écartement par l'interposition de prismes en bois durs fortement serrés (10).

Les scieurs de pierre font ordinairement exécuter à leur

outil de 40 à 50 oscillations par minute ; ce nombre pourra être doublé dans la machine qui nous occupe.

Une scierie à bois opérant dans des pièces épaisses peut faire environ quarante fois plus d'ouvrage qu'un atelier de deux scieurs de long, dans le même temps ; mais cette proportion ne saurait être aussi considérable pour les machines à diviser les pierres, attendu que la dureté de la matière limite beaucoup plus étroitement la quantité dont on peut faire, sans inconvénient, pénétrer l'outil à chaque coup de scie : nous la réduirons au chiffre 25. D'un autre côté, il résulte des observations de l'ingénieur Morisot [1] que deux ouvriers peuvent débiter, par minute, dans la pierre de roche [2], $0^{mc},00088$ de surface, et, par conséquent, nous pensons pouvoir évaluer à $0^{mc},022$ l'ouvrage fait dans le même temps, par la machine. En prenant pour unité le travail industriel correspondant à cette substance, nous avons formé, d'après le même ingénieur, le tableau suivant des rapports de cet ouvrage à celui qui serait effectué dans d'autres matériaux :

Pierre de roche	1,00
Calcaire moins dur, dit *pierre franche,* d'un grain fin et égal.	0,63
Les marbres les moins durs, tels que l'albâtre des Pyrénées..	0,78
Marbre blanc statuaire	1,00
Les marbres durs, tels que les granits de 7 à	9,00
Porphyre rouge et vert	16,00

Passons maintenant à l'évaluation approximative du travail dynamique correspondant au mètre carré de surface débitée.

Navier suppose que les scieurs de pierre développent la

[1] *Notes sur l'Architecture hydraulique de Bélidor,* par Navier.

[2] Calcaire coquillier assez dur dont le mètre cube pèse environ 2300 kil.

même quantité de travail que les scieurs de long opérant sur des pièces de bois, quantité qu'il évalue à 260^{km} par minute. Cette estimation est incertaine, comme nous l'avons montré au N° 5 du chapitre Ier, et son application à la division des pierres l'est encore plus, car ici les ouvriers sont dans une position favorable et n'ont à déplacer verticalement aucune partie de leur poids propre : d'un autre côté, le travail dynamique d'un manœuvre, poussant ou tirant horizontalement en marchant, est moyennement évalué à 430^{km} par minute, et cette donnée nous paraît, beaucoup mieux que la précédente, applicable au genre d'ouvrage dont il s'agit ; cependant le mouvement alternatif des ouvriers devant un peu augmenter leur fatigue, nous la réduirons à 400^{km}. Il en résulte que la quantité de travail dynamique correspondante au débit du mètre carré dans la pierre de roche serait :

$$\frac{400}{0{,}00088} = 455000^{km}.$$

Pour les autres substances, on multipliera cette quantité par les rapports inscrits dans le tableau précédent [1]. Nous remarquerons d'ailleurs que cette évaluation ne saurait être regardée que comme provisoire en attendant des expériences spéciales, car l'auteur que nous avons cité ne paraît pas s'être préoccupé de l'influence de la dimension des blocs dans le sens du mouvement de l'outil, influence qui doit être

[1] S'il s'agit d'une pierre ou d'un marbre non compris dans ce tableau, on observera, dans un atelier de scieurs à bras, la surface de trait de scie débitée dans un travail continu suffisamment prolongé, et l'on en déduira la surface S moyennement obtenue par minute. La quantité de travail utile correspondante au mètre carré de trait de scie sera approximativement égale à 455000^{km} multipliés par le rapport de 0,00088 à l'aire S exprimée en mètres carrés.

au moins aussi grande que dans le débit des bois. Enfin, on peut évaluer à 0,50 la fraction du travail moteur total qui sera absorbée par les résistances passives dans les scieries qui viennent d'être décrites et leur transmission de mouvement ; par conséquent, la machine motrice devra fournir un travail dynamique double de celui qui serait calculé au moyen des données précédentes.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'une atelier de marbrerie, et, en particulier de la machine qui sera employée pour la division des marbres blancs ou de ceux dont la dureté est à peu près la même. La surface débitée en opérant avec une seule lame sera, par seconde, $\frac{0^{mc},022}{60}$ ou $0^{mc},00037$, et la quantité de travail de la résistance utile $0,00037 \times 455000 = 168^{km},35$: la force de la machine motrice sera donc de

$$\frac{337^{km}}{75} \text{ ou de } 4^{ch.\ vap},5.$$

Nouveau procédé. — Certaines pierres dures et de petites dimensions telles que les agates, les cornalines..... etc., sont depuis longtemps divisées à l'aide d'un fil métallique monté sur un archet : ce mode d'action a été étendu à la division des blocs de diverses substances employées dans les constructions, par M. Chevallier, constructeur à Paris. Un fil de fer recuit, dont les deux bouts sont soudés, passe, à la manière des courroies de transmission, sur des poulies qui lui communiquent un mouvement continu : l'un des brins de ce fil sans fin, convenablement tendu, presse sur le bloc à débiter, entraînant dans le sillon qui s'y forme du grès pulvérisé et mouillé qu'une sorte de trémie verse sur le fil à l'endroit où il entre dans ce sillon. C'est cette poussière dure qui doit opérer, de sorte qu'il importe d'établir un rapport convenable entre la quan-

tité qu'on en verse uniformément sur le fil et la vitesse de celui-ci, qui ne doit intervenir que comme véhicule. Une autre difficulté d'exécution est de communiquer au système un mouvement de descente suffisamment étendu pour débiter des blocs de toute hauteur. L'appareil exposé au palais de l'Industrie en 1855 ne présentait pas encore une solution complète et pratique de ces deux questions, mais le procédé proposé paraît propre à rendre des services réels, et l'on ne peut qu'applaudir aux efforts qui ont été faits pour introduire dans ce genre d'ouvrage le mouvement continu. En outre, il est facile de voir combien la substitution d'un fil métallique à une lame large et rigide peut donner de facilité pour le débit en surfaces courbes. M. Chevallier est parvenu à appliquer ce procédé au sciage de la fonte : quant au bois, il en résulterait des inconvénients faciles à prévoir.

CHAPITRE TROISIÈME.

§ Ier.

MACHINES MOTRICES DES SCIERIES : CALCUL DE LEUR PUISSANCE DYNAMIQUE.

37. **Choix des machines motrices.** — Les manivelles des scieries alternatives et surtout les arbres des scies circulaires devant avoir un mouvement de rotation très-rapide, il convient de choisir la machine motrice parmi celles qui ont une allure vive : plusieurs systèmes de roues hydrauliques satisfont à cette condition, et ce genre de moteurs doit être préféré lorsque l'on peut, en toute saison, disposer d'un volume d'eau suffisant. Quant aux moteurs à vapeur, on peut appliquer avec quelque avantage les machines à grande vitesse.

Cette application se trouve réalisée dans une grande scierie verticale alternative exposée à Paris en 1855 par M. Schwartzkopff, de Berlin. Le moteur est à deux cylindres de faibles dimensions fixés au-dessus de l'opérateur sur une traverse de son bâtis en fonte; les tiges des pistons sont assemblées directement sur l'entretoise supérieure du châssis aux extrémités d'un croisillon perpendiculaire à la longueur de cette entretoise, et situé au milieu.

Quant aux scieries circulaires, on pourrait leur appliquer, par l'intermédiaire d'un engrenage, la manivelle d'une pe-

tite machine à cylindre oscillant, exposée par MM. Tousley et Reed, ingénieurs américains. Dans cette machine, la vapeur, au lieu d'arriver par l'un des tourillons du cylindre, y est conduite par deux canaux latéraux pratiqués chacun dans une pièce assemblée au bâti fixe et terminés par des surfaces parfaitement planes : à l'une des extrémités du cylindre et aux extrémités d'un même diamètre, celui-ci porte deux prismes saillants terminés également par des surfaces planes qui s'appliquent exactement sur les premières et dans lesquelles sont pratiquées les entrées de vapeur. A l'autre extrémité du cylindre se trouve un dispositif semblable pour l'évacuation : les deux pièces dans lesquelles sont pratiqués les canaux d'alimentation et d'échappement peuvent être rapprochées à volonté des lumières précitées pour empêcher les fuites de vapeur. Ces machines peuvent marcher avec une détente constante : elles doivent d'ailleurs être d'une exécution très-précise et entretenues avec le plus grand soin. Pour les petites forces, auxquelles elles conviennent exclusivement, leur prix de revient est très-réduit, et c'est là, en général, le principal avantage des machines à grande vitesse, avantage qui s'augmente, dans un grand nombre de cas, par la suppression des communications de mouvement.

38. **Emploi du bois et de la sciure comme combustible des machines à vapeur.** — Lorsqu'on veut chauffer une chaudière avec des débris de bois, il faut, s'ils sont verts ou humides, les laisser préalablement exposés à l'air sous un hangar. La surface de chauffe peut être la même que pour la houille, mais on doit se ménager la facilité d'accumuler sur la grille une quantité de combustible plus considérable, en portant à $0^{m},600$ au moins la distance qui la sépare des surfaces inférieures de la chaudière. Le volume d'air nécessaire à la combustion des bois secs n'étant guère que le tiers

de celui qu'exige la houille, la hauteur du cendrier sera réduite dans ce rapport.

La sciure sèche peut être employée concurremment avec de la houille. A cet effet, on placera sur la grille une couche de ce combustible, et, par-dessus, une couche de sciure qu'on renouvellera jusqu'à l'entière combustion de la première; on établira celle-ci sur une hauteur de $0^m,10$ environ, et la seconde aura une épaisseur de $0^m,05$.

Enfin, nous avons vu de grandes scieries où l'on se contentait de mettre la combustion en train avec une faible quantite de houille, puis l'on n'employait plus que de la sciure et des ételes pendant toute la journée de travail, en les jetant à la pelle par couches peu épaisses fréquemment renouvelées. Les barreaux de la grille avaient la forme, les dimensions transversales et l'intervalle indiqués par la figure 10 cotée en millimètres.

39. **Évaluation de la force motrice d'une scierie.** — Pour déterminer la quantité de travail ou la force en chevaux que doit transmettre une machine motrice conduisant une scierie, il faut, aux données numériques rapportées dans le chapitre premier, joindre la connaissance du travail dynamique absorbé par les frottements du mécanisme et les autres pertes d'effet. Les causes de ces dernières pertes sont, dans les scieries à mouvements alternatifs, l'inertie des différentes pièces oscillantes et les secousses, les vibrations imprimées à tout le système; dans les scieries circulaires, ces secousses sont très-faibles à cause de la continuité du mouvement et elles agissent sur une moins grande masse de matière; en outre, l'action de l'inertie est plutôt favorable que nuisible au travail. On conçoit très-bien que l'expérience peut seule fournir la proportion des quantités de travail perdues, surtout lorsqu'il s'agit du mécanisme compliqué d'une scierie alter-

native ; or, d'après celles de M. le colonel Gosselin et quelques observations que nous avons pu y joindre, nous pensons que, pour ces machines, on aura une valeur suffisamment approximative des pertes précitées, en les évaluant aux $\frac{55}{100}$ du travail dynamique mesuré sur l'arbre de couche de l'usine, le mécanisme étant construit avec les perfectionnements modernes, et en supposant d'ailleurs que les surfaces frottantes soient entretenues dans un état constant d'onctuosité. Cette proportion des pertes est celle qui convient aux scieries à une lame ; lorsqu'on en emploie plusieurs opérant simultanément, elle diminue notablement, comme on l'a vu au N° 8 : pour le travail à quatre lames, on peut l'évaluer à $\frac{1}{3}$ du travail moteur précité.

Quant aux scieries circulaires menées par une courroie et fonctionnant dans de bonnes conditions, on peut admettre que les pertes d'effet absorbent le tiers du travail moteur transmis à l'arbre sur lequel est placé le premier tambour de la courroie. Si l'on communique directement le mouvement à ce tambour par un engrenage, la somme des pertes d'effet qui ont lieu dans ce mécanisme pourra être évaluée aux $\frac{45}{100}$ du travail moteur transmis à l'arbre de couche sur lequel est placé le rouet.

Cela posé, si l'on désigne par

T, la quantité de travail en kilogrammètres qu'exige le sciage de chaque mètre carré des matériaux les plus durs que la machine devra débiter,

T_m le travail moteur qui doit être transmis par seconde à l'arbre de couche de la scierie,

E la plus grande épaisseur des pièces à débiter,

l la longueur du trait de scie effectué par minute, mesurée perpendiculairement à l'épaisseur E,

n le nombre des lames qui travailleront simultanément dans la même pièce,

S la somme des surfaces de trait de scie débitées par seconde,

k celle des valeurs précitées de la proportion des pertes de travail, qui convient au mécanisme considéré et au nombre de lames engagées simultanément,

La partie du travail moteur qui sera utilisée pour opérer sur la matière à débiter a pour mesure ST_s, et celle qui sera absorbée par les frottements ou autres causes de pertes d'effet est kT_m, de sorte que

$$T_m = ST_s + kT_m ,$$

équation d'où l'on déduit :

$$T_m = \frac{ST_s}{1-k} ;$$

et la force en chevaux à transmettre à l'arbre de couche de la scierie sera $\frac{T_m}{75}$.

Pour calculer S, il suffit de remarquer que chaque lame débitera par minute une surface de trait égale à El et que par conséquent

$$S = \frac{nEl}{60} .$$

Exemple d'application.— 1°La scierie qui doit débiter les bois en grume spécifiés dans l'exemple de la page 26 est verticale, à mouvements alternatifs : quelle est la force en chevaux-vapeur que la machine motrice devra transmettre à l'arbre de couche de cette scierie ?

D'après les règles pratiques énoncées au chapitre deuxième, la course verticale de l'outil sera de $0^m,70$, et nous en déduirons la quantité dont le bois doit avancer par coup de scie ; cette quantité n'est point la même pour le sapin que

pour les bois blancs, mais comme il convient d'établir les calculs de manière que la force motrice soit plutôt un peu en excès qu'en défaut, nous prendrons la plus grande des deux : or, s'il s'agissait de bois secs, elle aurait pour valeur $0{,}0055 \times 0^{m}{,}70$ ou $3^{mm}, 85$; mais la scierie étant destinée à opérer sur des bois verts, on peut augmenter cette quantité d'environ $\frac{1}{5}$ et la porter à $4^{mm}{,}5$. D'un autre côté, en adoptant pour l'outil une vitesse moyenne de $2^{m}{,}80$, le nombre de coups de scie par minute sera, d'après la formule donnée au n° 14,

$$\frac{30 \times 2^{m}{,}80}{0^{m}{,}70} \text{ ou } 120.$$

Ainsi, la longueur l de trait obtenue par minute sera $0^{m}{,}0045 \times 120$ ou $0^{m}{,}54$. Cela posé, si l'on considère d'abord le cas du sciage à une seule lame, la surface de trait débitée par seconde sera, dans le cas du maximum de travail où les bois dont il s'agit auront $0^{m}{,}50$ d'épaisseur :

$$\frac{0^{m}{,}50 \times 0^{m}{,}54}{60} \text{ ou } 0^{m\cdot carré}{,}0045,$$

et la quantité de travail moteur consommée dans le même temps par la résistance du bois le plus dur sera, d'après le calcul effectué page 26 :

$$39984^{km} \times 0{,}0045 \quad \text{ou} \quad 180^{km}.$$

Enfin la portion du travail moteur total T_m que les résistances du mécanisme absorberont sera $0{,}55 T_m$, de sorte que le travail total aura pour expression :

$$T_m = \frac{180^{km}}{1 - 0{,}55} \text{ ou } 400^{km}.$$

La force en chevaux à transmettre à l'arbre de couche de la scierie sera donc :

$$\frac{400}{75} \text{ ou } 5^{\text{chev.}},33.$$

Dans l'hypothèse de sciage à quatre lames, la surface de trait débitée par seconde sera quadruple ou de $0^{\text{mc}},018$ carré, et la quantité de travail consommée par la résistance du bois de peuplier sera 720^{km} : celle qui est employé dans ce cas pour mouvoir le mécanisme est $\frac{1}{3}$ T_m de sorte que le travail moteur à transmettre par seconde à l'arbre de couche sera :

$$\frac{720}{1-\frac{1}{3}} \text{ ou } 1080^{\text{km}}.$$

qui correspond à une force de $14^{\text{chev}},40$.

Deuxième exemple. — On veut établir une scierie circulaire à une lame pouvant débiter des pièces de chêne sec de dureté moyenne et de $0^{\text{m}},15$ d'épaisseur ; quelle sera la force en chevaux à transmettre à l'arbre du tambour moteur de la courroie?

D'après les règles pratiques énoncées au chapitre deuxième, § II, le rayon de la lame sera les $\frac{3}{2}$ de $0,^{\text{m}}15$ ou $0^{\text{m}},225$: en adoptant une vitesse de 20 mètres à la circonférence, nous pouvons admettre que la pièce débitée avancera de $\frac{3}{1000}20$ ou $0^{\text{m}},06$ par seconde, de sorte que la surface de trait obtenue dans le même temps sera $0^{\text{m}},15 \times 0^{\text{m}},06$ ou $0^{\text{mc}},009$: il en résulte que la quantité de travail moteur consommée par le sciage sera [1] $37150^{\text{km}} \times 0,009$ ou 334^{km} : d'un autre côté, les frottements absorbant le tiers du travail total, celui-ci aura pour valeur :

---

[1] Voir le tableau de la page 26.

$$T_m = \frac{334^{km}}{1 - \frac{1}{3}} = 501^{km}$$

et la force à transmettre à l'arbre du tambour moteur de la courroie sera de $6^{chev},68$.

40. **Transmissions de mouvement.** — L'arbre des manivelles ou celui de la scie doit être conduit par une courroie, genre de transmission particulièrement avantageux, comme on le verra plus loin, pour les outils qui rencontrent des résistances variables ; à côté de la poulie motrice calée sur l'arbre de rotation dont il s'agit, on aura soin de placer une poulie folle de même diamètre, et la courroie sera embrassée sans frottement par un levier à enfourchure, pour en faciliter le passage de l'une à l'autre de ces poulies.

Lorsque le nombre de tours fournis immédiatement par la machine motrice ne sera pas inférieur à $\frac{1}{8}$ environ de celui de l'arbre précité, on pourra se borner à cette transmission de mouvement ; dans le cas contraire, on interposera un engrenage entre la courroie et le moteur. Supposons, par exemple, que celui-ci soit une roue verticale du système de M. Poncelet, exécutant quatorze tours par minute, et qu'il s'agisse d'une scierie alternative dont les manivelles doivent en faire cent vingt : on placera sur l'arbre de la roue, en dedans de l'usine, un rouet en fonte avec dents en bois de charme[1], de $2^m,10$ de diamètre, que l'on engrènera avec

[1] Nous indiquons le bois de charme parce qu'il est facile à travailler avec précision, et n'est point sujet à s'exfolier ; il est en outre suffisamment dur et très-peu coûteux. Les dents en bois doivent être employées partout où les efforts à transmettre ne sont pas très-considérables, car c'est sur elles que se reportent les chances de rupture, et l'on en doit avoir, dans l'usine, une provision pour rechange ; de sorte que le remplacement d'une dent hors de service n'exige

un pignon à dents en fonte ayant un diamètre de $0^m,70$, l'un et l'autre mesurés sur les cercles primitifs du tracé des dents ; ce pignon sera calé sur un arbre de couche qui portera également la première poulie de la courroie ; celle-ci exécutera donc quarante-deux tours par minute, et l'on pourra lui donner un diamètre d'un mètre ; celui de la seconde, posée sur l'arbre des manivelles, sera par suite :

$$\frac{42}{120} = 0^m,35.$$

Les efforts à transmettre dans une scierie n'étant pas considérables, on peut substituer à la première poulie un tambour en bois. La seconde poulie sera toujours en fonte, ainsi que la poulie folle.

---

que le temps de la chasser dans la mortaise de la jante en fonte et de la cheviller. Dans un engrenage de deux roues, c'est celle du plus grand diamètre que l'on doit armer de dents en bois. On donnera aux unes et aux autres une longueur (parallèlement à l'axe de rotation) égale à cinq fois leur épaisseur (e) mesurée respectivement sur chaque cercle primitif, et cette dernière dimension sera déterminée, en millimètres, par la formule

$$e = C\sqrt{\frac{T_m}{v}},$$

dans laquelle nous représentons par T_m la quantité de travail en kilogrammètres, qui est transmise par l'engrenage, v la vitesse en mètres, à la circonférence du cercle que l'on considère et C un coefficient numérique auquel on donnera les valeurs $C = 1,42$ pour les dents en bois, $C = 1,00$ pour les dents en fonte. La saillie des dents ne devra pas être supérieure à $\frac{3}{2}e$.

§ II.

THÉORIE ET PROPRIÉTÉS DES TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT PAR COURROIES. RÈGLES PRATIQUES POUR LEUR ÉTABLISSEMENT.

41. **Propriétés pratiques des courroies sans fin.** — Les avantages des courroies sont de plusieurs sortes :

1° Il est très-facile de fabriquer deux tambours ou poulies dont les rayons soient dans un rapport déterminé, tandis que les conditions géométriques du tracé des engrenages sont difficiles à réaliser et s'altèrent continuellement par l'usure et la déformation des dents.

2° Lorsque les résistances inhérentes au travail industriel sont sujettes à varier brusquement, et surtout s'il se produit des chocs dans le système, les courroies sont une cause très-efficace de conservation. D'une part, en effet, l'élasticité de leur substance amortit ces variations brusques et empêche qu'elles n'affectent les autres pièces du mécanisme; en outre, les courroies, glissant momentanément sur leurs poulies, permettent aux outils de ralentir leur action lorsque la résistance à cette action augmente au delà de certaines limites. Cette propriété est surtout précieuse pour les scieries alternatives, car le mouvement du bois débité étant lié à celui du châssis porte-scie, les dents mordront moins quand elles rencontreront des nœuds.

3° L'invention de la poulie fournit un moyen simple et sans aucun inconvénient d'interrompre et d'établir rapidement la transmission du mouvement. En outre, avec les poulies à plusieurs rayons, on peut facilement faire varier les vitesses transmises.

4° Lorsqu'une roue d'engrenage se brise, il en résulte, pour l'usine, un chômage plus ou moins prolongé, tandis

que les courroies, moins exposées d'ailleurs à ces accidents à cause de leur élasticité, n'exigent que le temps nécessaire pour en rattacher les deux extrémités.

5° Enfin les courroies permettent de transmettre le mouvement à de grandes distances sans accroissement du nombre des axes de rotation.

Tels sont les principaux avantages de ce genre de transmission, et ils motivent suffisamment l'emploi universel qu'on en fait actuellement dans le cas des axes de rotation parallèles, ou à peu près [1]. Nous devons toutefois ajouter qu'il s'y joint souvent un inconvénient, celui de l'augmentation du frottement de ces axes, à cause de la tension plus ou moins considérable que l'on est obligé de faire acquérir aux courroies pour les empêcher de glisser sur leurs poulies, ce qui exige l'application de certaines règles pratiques que nous ferons connaître après en avoir posé les bases rationnelles.

42. **Théorie des transmissions par courroies.** — 1° La pression que les courroies exercent sur leurs poulies détermine une adhérence qui permet la communication du mouvement, en constituant une sorte d'engrenage moléculaire. D'un autre côté, cette pression, se transmettant aux tourillons des arbres de rotation, en augmente la fatigue, les frottements et l'usure : il faut donc limiter les tensions des courroies à la valeur strictement nécessaire pour assurer la continuité du mouvement.

2° Lorsque le système est au repos, les tensions des deux

[1] On peut à la rigueur, au moyen d'une combinaison de poulies, appliquer les courroies autour d'axes non parallèles, et les substituer aux engrenages coniques ; mais, à moins que ces axes n'aient entre eux une assez grande distance, les courroies ne doivent être employées ainsi que pour transmettre des efforts peu considérables.

brins BB′, CC′ (fig. 11) de la courroie sont égales entre elles : on les nomme *tension naturelle* ou *primitive*, et nous les désignons par la lettre t. Supposons maintenant que la poulie motrice A se mette en mouvement dans le sens indiqué sur la figure, et que la courroie ne glisse pas ; le point B de cette courroie décrira, avec la circonférence de la poulie, un petit arc, et comme le point B′ est encore immobile, le brin BB′ s'allongera d'une quantité égale au même arc : cet effet se continue jusqu'à ce que la tension du brin BB′ ait acquis une valeur T suffisante pour vaincre l'inertie des masses et déterminer le mouvement de la poulie A′ malgré les diverses résistances qui s'y opposent : désignons par p l'allongement total qu'a pris BB′ pendant cette période de mise en train ; comme cet allongement doit être très-restreint, la tension s'est augmentée, en vertu des propriétés des corps élastiques, d'une quantité proportionnelle à p, on a donc :

$$T = t + kp.$$

Mais, en même temps, le déplacement angulaire de la poulie A faisait passer, du côté du brin CC′, une longueur p de la courroie, et ce brin se contractait sur lui-même de la même quantité ; donc sa tension diminuait proportionnellement, et si l'on désigne par T′ celle qu'il a prise, on a :

$$T' = t - kp,$$

d'où il résulte qu'après la période de mise en train et, par conséquent, pendant tout le reste du mouvement supposé bien réglé,

$$T + T' = 2t.$$

3° La tension T′ sollicitant la poulie A dans le sens du mouvement, et la tension T dans le sens contraire, il en résulte que la résistance qui s'exerce à la circonférence de cette

poulie est T — T′. On verrait de même que cette quantité est la mesure de la force motrice qui fait tourner la seconde poulie A′.

4° En supposant que les tensions de la courroie n'aient que la valeur strictement nécessaire pour empêcher le glissement, il est évident que la tension T′ augmentée de l'adhérence de la courroie fait équilibre à la tension T. Or, l'on démontre facilement [1] que, dans ce cas, il y a, entre les deux forces appliquées au corps flexible, la relation

$$T = T'e^{fc},$$

dans laquelle nous désignons par

c le rapport $\frac{S}{R}$ de l'arc S embrassé par la courroie, au rayon R de la poulie,

e la base du système des logarithmes népériens, quantité dont la valeur numérique est 2,718,

f le rapport de l'adhérence à la pression.

Ce dernier coefficient a été déterminé dans les expériences de M. Morin sur le frottement des corps solides En voici les valeurs pour divers cas des courroies.

SUBSTANCES EN CONTACT	ÉTAT DES SURFACES.	VALEURS DE f.
Cuir noir corroyé, sur chêne.	Sèches et sans enduit.	0,27
Cuir tanné, sur chêne	*Idem*.	0,30 à 0,35
	Mouillées d'eau..	0,29
Cuir tanné, sur fonte et sur bronze. . .	Sèches et sans enduit.	0,56
	Mouillées d'eau.	0,36
	Onctueuses et mouillées d'eau	0,23
	Enduites d'huile.	0,15

[1] Voir le *Cours de mécanique appliquée* fondé à l'École d'application de l'artillerie et du génie, par M. Poncelet, section III.

La quantité e^{fc} se calcule par logarithmes ; on pourra en prendre la valeur dans le tableau suivant, extrait de l'*Aide-mémoire de mécanique pratique* de M. Morin (4e édition) :

RAPPORT de l'arc embrassé, à la circonférence entière de la poulie.	VALEURS DE e^{fc} OU DU RAPPORT $\frac{T}{T'}$ POUR LES courroies à l'état ordinaire sur poulies ou tambours: en fonte.	en bois.	courroies neuves sur tambours en bois.	courroies humides sur poulies en fonte.
0,20	1,42	1,80	1,87	1,61
0,30	1,69	2,43	2,57	2,05
0,40	2,02	3,26	3,51	2,60
0,50	2,41	4,38	4,81	3,30
0,60	2,87	5,88	6,59	4,19
0,70	3,43	7,90	9,00	5,32
0,80	4,09	10,62	12,34	6,75
0,90	4,87	14,27	16,90	8,57
1,00	5,81	19,16	23,14	10,89

Cela posé, voyons comment on déterminera la tension primitive t, c'est-à-dire celle qu'il faut faire acquérir aux courroies lorsqu'on établit la transmission.

Nous supposerons le mouvement des axes de rotation assez bien réglé, soit par des volants, soit par d'autres moyens, pour que celui des poulies A et A' soit uniforme ou au moins en diffère peu, de manière qu'on puisse admettre, avec une approximation suffisante, que les forces appliquées au système se font équilibre autour de chaque axe de rotation.

Nous représenterons par

F l'intensité de la force motrice que transmettent autour de l'axe A les parties précédentes du mécanisme,

X l'intensité de la résistance utile qui s'exerce autour de l'axe A',

R et R' les rayons respectifs des poulies A et A',

r et r' ceux de leurs tourillons,

f' le coefficient du frottement de ces tourillons sur leurs coussinets,

s et s' les arcs embrassés par la courroie sur ces poulies, de sorte que

$$c = \frac{s}{R} \qquad c' = \frac{s'}{R'},$$

l le bras de levier de la force F par rapport à l'axe A,

l' celui de la résistance utile X par rapport à l'axe A',

N la résultante de toutes les forces qui s'exercent autour du premier de ces axes,

N' celle de toutes les forces qui s'exercent autour du second.

Nous remarquerons d'abord que le calcul sera très-simple si l'on connaît la quantité de travail moteur à transmettre par seconde autour de l'axe A', car alors en divisant cette quantité par la vitesse à la circonférence de la poulie, et désignant le quotient par Q, on aura :

$$T - T' = Q,$$

puis

$$T = T'e^{f'c'},$$

d'où l'on déduira T et T'.

Mais, dans le cas où l'on connaît seulement la quantité de travail transmise autour du premier axe A, il faut remarquer que, par rapport à cet axe, T — T' est une résistance dont le travail, ajouté à celui du frottement des tourillons, est égal à celui qui est donné. Dans ce cas, voici la marche à suivre :

Le frottement des tourillons des axes A et A' sera, respectivement,

$$N\frac{f'}{\sqrt{1+f'^2}} = Nf, \quad \text{et} \quad N'\frac{f'}{\sqrt{1+f'^2}} = N'f,$$

en les supposant au même état d'onctuosité. Par conséquent, d'après ce qui précède, on aura, pour la condition d'équilibre des forces autour de l'axe A :

$$Fl = (T - T')R + Nfr, \qquad (1)$$

et autour de l'axe A' :

$$(T - T')R' = Xl' + N'fr'. \qquad (2)$$

43. Nous indiquerons maintenant une méthode abrégée et suffisamment approximative pour effectuer les calculs.

Considérant ce qui a lieu autour de l'axe A, on fera d'abord abstraction du frottement de ses tourillons dont le moment est relativement petit, à cause de la faible valeur du rayon de ces tourillons, et, par conséquent, l'on écrira simplement :

$$Fl = (T - T')R,$$

d'où l'on tire :

$$T - T' = \frac{Fl}{R} = m.$$

m sera un nombre connu, puisque F et l résultent des données du problème, et que les rayons des poulies seront déterminés d'après des règles exposées plus loin. Joignant à cette valeur de T — T' la relation

$$T = T'e^{fc}, \qquad (3)$$

on en tirera une première approximation des tensions T et T' ; puis, en composant ces tensions avec la force F et le poids de l'équipage posé sur l'axe A, on aura une valeur approximative de la résultante N, de sorte que l'on pourra employer l'équation complète (1), d'où l'on tirera une nouvelle valeur de T — T' beaucoup plus rapprochée que la précédente de la véritable, et, par suite, au moyen de l'équation (3) celles de T et T'. On conçoit qu'il serait facile de continuer ces opérations

qui donneraient des valeurs de plus en plus exactes des tensions T et T' : mais, en général, les deux premières suffiront.

Passant maintenant à l'axe A', si la résistance utile X est connue, on opérera comme il vient d'être dit, ce qui fournira une nouvelle valeur approximative des tensions T et T'. Cette valeur, pour le même nombre d'opérations, doit différer peu de la précédente ; on en prendra la moyenne, et, par conséquent, on connaîtra la tension naturelle ou primitive de la courroie :

$$t = \frac{T + T'}{2}.$$

Dans les scieries circulaires, X est la résistance que le bois oppose à l'action des dents ; quant aux scieries alternatives, on prendra avec une approximation suffisante, pour X, la résistance du bois diminuée du poids de l'équipage oscillant.

Dans les cas où X n'est point connue, on adoptera les valeurs précédentes de T et T', et une seconde série de calculs fournira celle de la résistance utile X.

La relation (3) supposant que la courroie est sur le point de glisser, il faut, lorsqu'on a calculé la tension primitive t, l'augmenter d'une fraction de sa valeur, d'autant plus grande que la résistance utile X est plus variable ; cette fraction sera de :

$\frac{1}{10}$ si la résistance utile est sensiblement constante,

$\frac{1}{8}$ pour les scieries alternatives bien établies,

$\frac{1}{5}$ pour les martinets mus par des cames.

44. **Tambours à surface non continue.** — On rencontre fréquemment, dans certaines usines, des transmissions de mouvement dont la plus grande poulie est un tambour en

charpente : afin de le rendre plus léger, on forme son contour cylindrique de tringles en bois fixées sur deux jantes et laissant entre elles des intervalles plus ou moins grands. On ne s'est point encore occupé des modifications que ce dispositif occasionne dans les conditions de la transmission de mouvement, et nous avons entendu des praticiens énoncer l'opinion que les courroies étaient moins sujettes à glisser, opinion erronée, comme on va le voir : soient

a la largeur des tringles sur lesquelles s'appuie la courroie,

x_1 x_2 x_3... etc., les tensions respectives des portions de courroie comprises entre deux tringles consécutives,

A la valeur de la quantité $e^{f\frac{a}{R}}$.

Les tensions T et x_1 sont tenues en équilibre par l'effet de l'adhérence à la surface de la première tringle ; on a donc :

$$T = x_1 A.$$

On aura de même :

$$x_1 = x_2 A, \qquad x_2 = x_3 A... \text{ etc.}$$

et ainsi de suite, jusqu'à la portion de courroie qui précède la dernière tringle et dont nous désignerons la tension par x_{n-1} ; l'équilibre de celle-ci donne :

$$x_{n-1} = T'A,$$

si n est le nombre des tringles sur lesquelles s'appuie la courroie : on a ainsi n équations entre lesquelles on peut éliminer les $n - 1$ indéterminées x_1 x_2.... x_{n-2}... x_{n-1}. Le résultat de cette élimination donne la relation finale

$$T = T'A^n = T'e^{f\frac{na}{R}},$$

d'où résulte cette règle pratique :

Dans les calculs relatifs à l'établissement des transmissions de mouvement par courroies, si l'un des tambours est à surface non continue, il faut prendre pour valeur de l'arc embrassé par la courroie sur ce tambour, la somme des arcs de contact effectif.

Il est évident, d'ailleurs, que la tension primitive de la courroie doit être beaucoup plus considérable pour transmettre une même force motrice, et que, par conséquent, le système dont il s'agit est très-désavantageux.

45. **Exemple d'application.** — Nous allons appliquer cette théorie en choisissant pour exemple la scierie de Metz sur laquelle ont été faites les expériences déjà citées de MM. Gosselin, Bardin et Glavet ; nous prendrons les valeurs des forces dans le rapport de M. Gosselin, et les dimensions sur un lever de l'usine fait par M. Bardin [1].

La quantité de travail moteur mesurée au frein sur l'arbre A était de 233 kilogrammètres par seconde ; elle était transmise par un engrenage dont le pignon avait un rayon de $0^m,30$, et la poulie A, qui était un tambour en bois de $1^m,15$ de rayon, faisait 54 tours par minute ; on a donc :

$$l = 0^m,30, \quad F = \frac{233^{km}}{6,28 \times 0^m,30 \times \frac{54}{60}} = 137^k,50,$$

et

$$R = 1^m,15.$$

Par suite, en négligeant d'abord le frottement des tourillons :

$$T - T' = 137,50 \times \frac{0,30}{1,15} = 35^k,80.$$

[1] Voir la collection intitulée *la Pratique des levers, enseignée par des dessins,* par M. Bardin, ancien élève de l'École polytechnique et professeur à l'École d'artillerie de Metz.

Secondement, l'arc embrassé par cette courroie sur la circonférence du tambour avait une longueur développée de $4^{m},00$; mais la surface de ce tambour étant composée de pièces de chêne de $0^{m},05$ d'équarrissage séparées entre elles par des intervalles de $0^{m},180$, la partie frottante de cet arc était beaucoup plus petite : la courroie portait sur 18 tringles, ce qui donne, d'après la règle que nous venons d'établir :

$$s = 18 \times 0^{m},05 = 0^{m},90;$$

d'où

$$c = \frac{s}{R} = \frac{0,90}{1,15} = 0,78.$$

Quant à la valeur de f, d'après le premier des tableaux précédents, celle qui convient est 0,27 ; ainsi,

$$fc = 0,27 \times 0,78 = 0,211.$$

D'un autre côté, le logarithme de e ou 2,718 est égal à 0,434 ; or

$$\log e^{fc} = fc \log e = 0,211 \times 0,434 = 0,0916,$$

et le nombre correspondant à ce logarithme est 1,235 ; de sorte que la relation (3) donne :

$$T = 1,235T';$$

et comme $T = 35^{k},80 + T'$, il en résulte :

$$T = 188^{k},10, \quad T' = 152^{k},30.$$

Ces premières valeurs sont trop grandes, puisque nous avons négligé le frottement des tourillons. Il faut maintenant avoir recours à l'équation (1), et, par conséquent calculer la résultante N des forces appliquées au tambour.

Méthode générale de calcul pour tenir compte du frottement des tourillons dans le mouvement des pièces rotatives

des machines. — A cet effet, dans toutes les équations du même genre, on décompose chaque force oblique en deux autres, l'une verticale, l'autre horizontale; on prend la résultante V des premières et celle H des autres, et l'on a :

$$N = \sqrt{V^2 + H^2}.$$

On sait d'ailleurs que, d'après un théorème élégant et utile dû à M. Poncelet, lorsque, sans même connaître les valeurs de V et de H, on est certain que l'une quelconque V de ces deux valeurs est plus grande que l'autre, on peut poser, avec une approximation de $\frac{1}{25}$[1] :

$$\sqrt{V^2 + H^2} = 0{,}96V + 0{,}4H,$$

simplification très-importante dans beaucoup de cas.

En ce qui concerne l'application numérique que nous avons entreprise, 1° on peut évaluer à 600^k le poids total des pièces portées par les tourillons de l'axe A ; 2° la force F agit verticalement de bas en haut ; 3° la composante verticale de la tension T est de $182^k{,}50$, elle agit dans le même sens, et la tension T′ est sensiblement horizontale ; d'après cela, la résultante des forces verticales est :

$$600^k - (137^k{,}50 + 182^k{,}50) = 280^k.$$

La composante horizontale de T est $47^k{,}70$, et elle agit dans le même sens que T′, donc la résultante horizontale est $47^k{,}70 + 152^k{,}30 = 200^k$, et l'on a :

$$N = \sqrt{\overline{280}^2 + \overline{200}^2} = 344^k,$$

---

[1] Voir les notes lithographiées du cours fondé à l'École d'application de Metz, par M. Poncelet.

L'équation (1) donne donc :

$$137^k,5 \times 0^m,30 = (T - T') \, 1^m,15 + 344^k \times 0,15 \times 0^m03,$$

attendu que les surfaces frottantes étaient seulement onctueuses et que leur rayon était de $0^m,03$. On en tire :

$$T - T' = 34^k,52.$$

Or, la valeur précédente $35^k,80$ n'étant que de $\frac{1}{28}$ plus grande, on peut regarder la dernière comme suffisamment approximative. En la combinant avec la relation

$$T = 1,235T',$$

on en déduit :

$$T = 181^k,50 \quad \text{et} \quad T' = 147^k,00,$$

d'où, pour la tension primitive :

$$t = \frac{181,50 + 147}{2} = 164^k,25,$$

En augmentant cette valeur de $\frac{1}{8}$ d'après la règle donnée précédemment (43), on obtient 185^k.

Cette application nous fournit l'occasion de faire ressortir l'inconvénient des tambours en charpente semblables à celui qui vient de nous occuper. Si sa surface eût été continue, comme celle des poulies, l'arc de frottement eût eu une longueur de $4^m,00$, le rapport c eût été 3,47, et la tension primitive nécessaire n'eût été que de 45^k, c'est-à-dire quatre fois plus faible.

46. **Procédé pratique pour faire acquérir aux courroies la tension calculée.** — La solution de ce problème, quelque utile qu'elle pût être, n'a point encore été donnée, et nous ne pensons pas que les praticiens en aient d'exactes. Celle que nous allons proposer nous paraît facilement réalisable et

nous désirons qu'on en essaie l'application pour vérifier si elle remplit son but.

Le projet d'une machine fera connaître à très-peu près la distance des axes A et A′ et la longueur de la courroie mise en place : on en réunira d'après cela les deux bouts, soit par le procédé ordinaire d'une couture en lanières de cuir, soit par un moyen plus avantageux pour lequel M. Decoster est breveté. On suspendra la poulie ou le tambour A (fig. 11) à une hauteur suffisante, on placera sur sa circonférence la courroie qui prendra verticalement, et sur l'arc inférieur de laquelle on posera la poulie A′ traversée par un petit arbre en bois qui permette d'y suspendre des poids et d'empêcher qu'elle ne tombe : on augmentera progressivement ces poids jusqu'à ce que leur somme, ajoutée à celui de la poulie, soit suffisante pour faire acquérir aux deux brins de la courroie la tension primitive t calculée précédemment d'après les efforts à transmettre et les résistances à vaincre. On mesurera alors très-exactement la distance AA′ des centres des poulies, ou celle de deux points de repère, puis on installera la communication de mouvement en portant cette distance à la valeur ainsi mesurée, ce qui ne modifiera que faiblement et sans aucun inconvénient celle qui avait été adoptée dans le projet.

Quant à la valeur Q de la charge précitée, on la calculera à l'avance, en remarquant que, dans l'opération, la poulie A′ étant en équilibre sur la courroie, la résultante des tensions t des deux brins de celle-ci est verticale et égale à Q ; cette résultante sera d'ailleurs obtenue très-facilement par un tracé à grande échelle, puisque sa valeur est représentée par la longueur de la diagonale d'un losange dont les côtés égaux représentent la valeur de t.

47. Dispositif propre à régler ou à rétablir la tension

des courroies. — Enfin, pour faire acquérir facilement et progressivement aux axes la distance précitée, il y a deux cas à considérer : 1° si la transmission de mouvement est horizontale, les paliers des tourillons devront être fixés au bâti-support par des boulons passant dans des trous allongés ;

2° Si cette transmission est verticale, les tourillons de la poulie A (fig, B, pl. IV) seront embrassés par des coussinets engagés à frottement doux dans une coulisse verticale ménagée dans le support de suspension N, et la surface inférieure de cette garniture sera en contact avec l'extrémité d'une vis de rappel *u*.

Ce dernier dispositif sera fréquemment applicable dans les ateliers pour rétablir la tension des courroies affaiblie par un usage prolongé.

Nous passerons maintenant à la recherche des règles pratiques sur lesquelles doit être basé l'établissement des courroies.

48. **Rapport des rayons des poulies.** — Soient n le nombre de tours que doit faire la poulie A, et n' celui de la poulie A' dans le même temps, nombres qui sont connus d'après les conditions du travail de la machine ; on a d'abord :

$$\frac{R}{R'}=\frac{n'}{n},$$

Si les mouvements de rotation doivent avoir lieu dans le même sens, on placera la courroie comme le représente la figure 11 ; dans le cas contraire, on en croisera les deux brins, et, si l'on veut éviter leur frottement, on pourra placer, à l'endroit où ils se rencontrent, un petit rouleau destiné à les séparer, et tournant autour d'un axe fixe.

49. **Limite de la tension des courroies.** — On sait que,

lorsqu'un corps élastique est tiré par une force, il s'allonge de quantités qui sont sensiblement proportionnelles à l'intensité de cet effort, tant qu'elle ne dépasse pas une limite qui varie avec la nature de la substance élastique, et qu'alors, si l'effort cesse de s'exercer, le corps reprend sa longueur primitive. Il est important que la plus grande tension des courroies ne dépasse pas cette limite, car, dans le cas contraire, leur élasticité est altérée, elles prennent un allongement permanent, et l'on est obligé, pour empêcher leur glissement sur les poulies, ou d'augmenter la distance de leurs axes, ou bien de faire peser sur elles l'appareil connu sous le nom de *rouleau de tension*, appareil dont la pression doit toujours s'accroître, jusqu'à ce que la courroie soit mise hors de service. Il est donc regrettable que l'on n'ait point encore fait, sur l'élasticité des cuirs de bonne qualité employés pour courroies, ou sur celle des bandes de caoutchouc vulcanisé, des expériences spéciales propres à déterminer la limite que leurs tensions ne devraient jamais dépasser, ni même atteindre.

Quoi qu'il en soit, cette considération jointe à celle de la fatigue des axes et du frottement des tourillons, suffit pour faire voir combien il est important de diminuer les tensions; aussi nous poserons à cet égard plusieurs règles pratiques.

50. **Rapport de la différence des rayons à la distance des centres des poulies.** — La plus petite des deux poulies étant celle sur laquelle le glissement a le plus de chance de se produire, nous allons chercher, pour cette poulie A′ (fig. 11) la condition qu'il faut remplir afin que la tension naturelle soit, pour une même force motrice transmise, la plus petite possible.

D'après ce qui précède, la force transmise est

$$T - T' = T'(e^{fc} - 1),$$

$c = \frac{s'}{R'}$ étant le rapport de l'arc embrassé B'E'C' au rayon de cette poulie. D'un autre côté, on a :

$$2t = T + T' = T'(e^{fc} + 1),$$

d'où l'on déduit :

$$2t = (T - T')\frac{e^{fc} + 1}{e^{fc} - 1}.$$

Il faut donc, pour une valeur donnée de T — T', c'est-à-dire de la force motrice à transmettre, que le facteur fractionnaire soit le plus petit possible. Or, ce facteur, étant plus grand que l'unité, diminuerasi la quantité additive e^{fc}, qui est commune à ses deux termes, s'accroît. Ainsi, l'on doit s'attacher à augmenter f et c : voyons comment on satisfera à cette dernière condition.

En désignant par $2i$ l'angle B'A'C' qui sous-tend l'arc embrassé, on a :

$$\frac{s'}{R'} = c = 2\pi\frac{2i}{360}.$$

Il faut donc augmenter l'angle $2i$, ou sa moitié B'A'E' $= i$. Or, si l'on mène par le premier point de contact B' une ligne droite BG parallèle à celle A'A qui joint les centres, son intersection avec le rayon AB parallèle à A'B' détermine un triangle, rectangle en B, d'où l'on déduit, en désignant par D la distance des centres :

$$\cos i = \frac{R - R'}{D},$$

et comme les cosinus diminuent quand les angles augmentent, ou réciproquement, nous en tirons cette règle pratique, que :

Dans l'établissement d'une transmis sion de mouvement

par courroies, il faut s'attacher à diminuer la différence des rayons des poulies et à augmenter la distance de leurs centres.

Il est sans doute superflu d'ajouter que les transmissions à courroies croisées exigent une moins forte tension que les autres, car, à égalité de rayons, les arcs embrassés sont plus grands.

51. **Dimensions transversales des courroies.** — M. le général Morin, dans son *Aide-mémoire de mécanique pratique*, indique pour valeur de la tension que l'on peut faire supporter avec sécurité à une courroie en cuir noir, celle de $0^k,2$ par millimètre carré de sa section transversale. D'après les largeurs des courroies en cuir fort que l'on rencontre dans les usines, il paraîtrait que les constructeurs se basent sur un chiffre un peu plus élevé; mais comme l'élasticité de ces courroies s'altère assez fréquemment après un usage prolongé, l'on doit admettre le premier, d'où il résulte qu'en désignant par

a la largeur de la courroie,

b son épaisseur,

on aura, pour déterminer ces dimensions en millimètres, l'équation :

$$ab = 5T.$$

Il est avantageux d'augmenter la largeur des courroies pour pouvoir en diminuer l'épaisseur et leur donner plus de flexibilité.

52. **Systèmes divers de courroies. Modes de réunion de leurs extrémités.** — On emploie quelquefois des courroies épaisses composées de plusieurs bandes de cuir superposées et reliées entre elles, sur chaque bord, par des coutures en lanières minces de cuir. Cette combinaison est désavantageuse sous tous les rapports, car elle exige plus de façon, et donne,

à égalité d'épaisseur, plus de raideur et moins de résistance : il faut donc, lorsque l'on doit transmettre de grands efforts, choisir les cuirs les plus épais du commerce et obtenir la résistance nécessaire par une augmentation de la largeur.

Les courroies en caoutchouc vulcanisé qui ont été essayées, n'ont pas réussi, et on les a abandonnées : il paraît qu'elles sont moins flexibles que les autres et qu'elles se détériorent assez rapidement, ce qui peut tenir à l'imperfection du mode de sulfuration employé. Il serait à désirer que l'on revînt sur ces premières épreuves en modifiant le procédé, et en essayant des combinaisons de caoutchouc et de gutta-percha. Cette dernière substance est avantageuse, sous plusieurs rapports, pour les courroies, mais employée sans mélange elle se ramollit trop facilement et ne convient que dans les usines où la température s'élève peu.

Quant à la réunion des deux bouts d'une courroie, on emploie encore, dans quelques usines, les coutures en cuir malgré leurs inconvénients ; mais dans d'autres on y substitue, soit des broches minces en fer ou en cuivre rouge, rivées au marteau et distribuées uniformément sur la surface de joint, soit le procédé pour lequel M. Decoster est breveté, et qui consiste à employer de petits boulons rangés sur des lignes perpendiculaires à la longueur de la courroie. La figure 12 (pl. II) représente une coupe de cet assemblage.

AA et BB sont les deux bouts de courroies à réunir, CC une bande étroite en cuir que l'on place sous les écrous en fer *a*, *b*, *e* des vis *b*, V. Ces vis ou boulons sont en nombre variable suivant la force à transmettre par la courroie; on peut prendre pour règle de les espacer à environ $0^m,03$ d'axe en axe dans le sens de la largeur de celle-ci, et à $0^m,02$ dans le sens de sa longueur : il est rare que deux rangées ne suffisent pas. On remarquera la forme tronconique donnée à la partie infé-

rieure de l'écrou, celle de la tête V de la vis, qui affleure la face intérieure de la courroie, et l'évidement *oo* pratiqué en dessous de la bande d'appui CC. Les deux extrémités superposées de la courroie doivent être amincies en coin de façon à former une épaisseur constante. M. Decoster est parvenu par ces dispositions à éviter le renversement des boulons dans leurs trous et à conserver une flexibilité suffisante.

53. **Forme des poulies, état de leur surface, etc.** — Pour que les courroies aient plus de stabilité sur leurs poulies, on est dans l'usage de donner au pourtour de celles-ci un profil transversal légèrement convexe. Cependant, lorsque la courroie doit passer rapidement sur une poulie folle et réciproquement, le profil des deux poulies juxtaposées doit être rectiligne, ce qui n'a aucun inconvénient si le levier d'embrayage est disposé de manière à maintenir la courroie.

Pour augmenter l'adhérence des courroies sur leurs poulies, on a essayé de rayer le contour de celles-ci, mais il est évident que l'on produisait un effet inverse à celui qui était recherché puisque l'on diminuait ainsi la somme des longueurs des arcs de contact (44).

Il est également désavantageux, quand les courroies glissent, de saupoudrer leurs poulies de colophane ou de substances analogues. Si le glissement provient d'accroissements brusques dans les résistances, on l'évitera en augmentant convenablement le volant de l'arbre de rotation : dans le cas contraire, il faut augmenter la tension de la courroie.

54. **Rouleau de tension.** — On fait ordinairement appuyer, sur le brin conducteur BB′ d'une courroie fatiguée, et vers le milieu de sa longueur, un cylindre en bois ou en fonte porté par deux tourillons et une chape; il en résulte que ce brin est partagé, par l'arc de contact du rouleau, en deux portions ayant des tensions sensiblement égales entre

elles. L'accroissement de tension est obtenu par un faible allongement de la courroie ; il est d'autant plus grand que la pression du rouleau fait prendre un angle moins obtus aux deux parties du brin BB', et il faut proportionner cette pression de manière à n'obtenir que la tension strictement nécessaire pour la transmission du mouvement. On peut facilement, en appliquant les notions ordinaires de la statique, établir une relation très-simple entre ces deux forces, mais cette relation, contenant l'angle précité, est difficilement applicable pour le cas qui nous occupe. Il faut donc procéder expérimentalement, en proportionnant graduellement la pression du rouleau jusqu'à ce que la communication du mouvement par la courroie soit rétablie. Il résulte de ceci que l'appareil des rouleaux de tension doit être construit de manière à permettre de graduer à volonté leur effet, condition facile à réaliser et qui cependant ne l'est pas généralement.

55. **Procédés pour faire varier les vitesses transmises.** — 1° M. Schmerber, dans la construction de son marteau-pilon à ressorts, a donné l'exemple d'un procédé ingénieux pour faire varier la vitesse communiquée par une poulie à rayon constant. A côté de cette poulie est placée, sur le même arbre, une poulie folle de même diamètre, et, lorsque l'on veut diminuer plus ou moins la vitesse transmise, on fait passer sur cette poulie une portion plus ou moins grande de la largeur de la courroie. Pour se rendre compte des effets obtenus, il faut remarquer que la pression totale exercée par la courroie sur la poulie motrice est la somme de toutes celles qu'exercent ses fibres élastiques également tendues; lorsque l'on diminue le nombre de ces fibres sans faire varier la tension, il en résulte une diminution de l'adhérence de la courroie qui est proportionnelle à la pression totale, de sorte que cette courroie est d'autant plus disposée à glisser s'il

survient un accroissement de la résistance à vaincre. Cette explication suffit pour faire voir que le procédé dont il s'agit n'est point applicable aux travaux à résistance uniforme, car alors le glissement deviendrait permanent.

2° Au lieu de faire passer une partie de la courroie sur la poulie folle, on parviendrait plus facilement au même but en employant simplement une poulie motrice légèrement tronconique; des lignes de repère burinées sur sa surface indiqueraient l'emplacement de la courroie correspondant à différents degrés du glissement. On voit en outre qu'une de ces lignes pourrait correspondre à la suspension totale de la transmission, et que les poulies tronconiques fourniraient un moyen général commode et rapide d'embrayage ou de débrayage.

56. **Monte-courroie.** — Il arrive quelquefois que les courroies s'échappent de leurs poulies, et quand celles-ci appartiennent à des arbres suspendus à la partie supérieure des ateliers, le replacement de la courroie entraîne des pertes de temps ou même dans certains cas présente des dangers, que l'on peut éviter en disposant sur les arbres dont il s'agit, des appareils qui permettent de rétablir la transmission mécaniquement : celui pour lequel M. Herland a été breveté en 1858 remplit parfaitement cette condition. L'idée de l'inventeur consiste à fixer latéralement contre la poulie motrice une lame métallique dont la largeur, nulle à son origine, augmente progressivement jusqu'à devenir plus grande que celle de la courroie, et dont le contour, qui se confond d'abord avec celui de la poulie, prend progressivement un rayon plus petit, puis se courbe à angle droit pour venir rejoindre l'arbre de rotation auquel cette lame se rattache après l'avoir contourné. Lorsque la courroie quitte sa poulie, elle tombe flottante sur un manchon fixe qui enveloppe librement l'ar-

bre, et alors, en faisant basculer un levier muni d'une fourchette qui embrasse le brin conducteur de cette courroie, on l'engage sur la dernière partie de la lame précitée qui, en tournant, l'amène sur la poulie motrice. Ce dispositif peut remplacer la poulie folle comme moyen d'embrayage et de débrayage, et il serait même plus avantageux dans les cas où le travail des machines est sujet à des interruptions prolongées, parce que la poulie folle maintient la courroie constamment tendue : mais lorsque les interruptions de mouvement sont courtes et multipliées, il pourrait arriver au contraire que l'élasticité de celle-ci s'altérât plus rapidement par suite des alternatives fréquentes et brusques auxquelles sa tension serait soumise.

57. **Transmissions par courroies à grande vitesse.** — La puissance dynamique employée dans les travaux industriels ayant pour mesure exacte le produit de la force transmise par le chemin parcouru dans le sens de l'action de cette force, son expression est ici, pour chaque seconde du temps,

$$(T - T')\,V,$$

V étant la vitesse d'une courroie motrice ou de la circonférence de la poulie qu'elle embrasse. Ainsi, en augmentant cette vitesse, on peut diminuer les tensions des courroies, et par suite, leurs dimensions transversales : en outre on réduit, par une triple cause, les quantités de travail absorbées par les frottements des tourillons ; d'abord, en effet, les pressions dues à ces tensions sont moindres ; en second lieu, les arbres de rotation, étant moins fatigués, peuvent être rendus plus légers ; enfin les diamètres des tourillons peuvent être diminués. En un mot, réduction du prix des courroies et des masses en mouvement, allégement général du système, diminution des forces perdues, tels sont les avantages qui paraissent

pouvoir résulter de l'augmentation des vitesses dans les transmissions de mouvement par courroies, et qui ont engagé M. Decoster à proposer ce perfectionnement. Les grands ateliers de fabrication reçoivent le mouvement par des arbres horizontaux suspendus au plafond et d'où partent les courroies motrices; on peut sans inconvénient décupler la vitesse de rotation de ces arbres : leur épaisseur devenant faible, il faut, pour les empêcher de fouetter, multiplier leurs supports.

Il se présente, au premier abord, une objection essentielle contre le système dont il s'agit, savoir : que les machines motrices fournissent généralement un mouvement de rotation peu rapide, et qu'un grand nombre de machines opératrices exigent de médiocres vitesses, de sorte que l'on serait obligé d'accélérer considérablement, pourle ralentir quelquefois plus encore, le mouvement transmis. Cette difficulté disparaît en partie lorsque l'on emploie, comme l'a fait M. Decoster, des poulies de transmission à très-petits diamètres, qui ne sont plus, en quelque sorte, que des renflements peu saillants de l'arbre interposé entre le moteur et les opérateurs : alors, en plaçant sur les axes de ceux-ci des poulies à grands rayons, on peut fréquemment parvenir à résoudre le problème sans augmenter le nombre des courroies ou y ajouter un engrenage.

Nous devons observer, relativement à la diminution du diamètre des poulies intermédiaires, que l'on ne saurait dépasser certaines limites sans affaiblir notablement les avantages du nouveau système, car l'arc embrassé par les courroies pourrait diminuer assez pour que l'on fût obligé d'augmenter beaucoup les tensions afin d'empêcher le glissement. Nous engageons donc les ingénieurs à se rendre compte exactement des circonstances, avant de passer à l'exé-

cution. La théorie qui vient d'être exposée fournit tous les éléments d'une étude rationnelle.

Une autre difficulté pratique réside dans l'échauffement et l'usure des tourillons à très-grandes vitesses; mais elle se trouve résolue de la manière la plus heureuse, pour les arbres horizontaux, par l'appareil dû à M. Decoster, et qu'il nomme *palier graisseur*. Chaque tourillon passe dans deux coussinets ou manchons cylindriques en bronze ayant chacun une longueur égale à cinq fois au moins le diamètre de ce tourillon: l'intervalle entre les deux manchons est d'environ $0^m,02$, et dans cet endroit le tourillon porte un disque métallique biseauté à sa circonférence, dont la partie inférieure plonge de $0^m,03$ à $0^m,04$ dans un réservoir d'huile faisant partie du palier; les joues de cette boîte sont traversées, avec un faible jeu, par l'arbre, et les coussinets sont fixés à son couvercle qui présente une saillie emboîtant la partie supérieure du disque précité. Dans le mouvement de rotation, l'huile entraînée par ce disque est lancée par la force centrifuge contre la partie correspondante du couvercle; de là, elle suinte jusqu'aux tourillons qu'elle lubréfie, et retombe dans le réservoir. Avec cet appareil à circulation continue, l'on évite les pertes d'huile, et, de plus, on n'a point à craindre un trop grand échauffement dans les mouvements très-rapides, car alors le disque agissant à la manière des ventilateurs, produit un courant d'air réfrigérant.

L'usage de ce palier graisseur a donné lieu de reconnaître que, dans le cas des très-grandes vitesses, il n'arrivait que très-peu d'huile aux tourillons. Pour éviter cet inconvénient, on a, à la suite d'essais faits dans les ateliers du chemin de fer du Nord, remplacé le biseau qui formait le pourtour du disque par un cercle légèrement saillant sur ses deux faces et raccordé avec celles-ci par une courbure concave, de façon

que l'huile soit lancée latéralement contre les tranches des coussinets. Ce disque est un peu renflé vers le centre et s'amincit progressivement jusqu'au raccordement précité : afin de pouvoir l'enlever et le placer facilement, on l'a fait en deux moitiés séparées par l'arbre de rotation et réunies par un mode d'assemblage formé de parties pleines et de parties évidées qui s'emboîtent les unes dans les autres, de manière à éviter la désunion qui pourrait résulter d'une rotation très-rapide.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

§ II. — Scieries a lames circulaires.

§ — III. Nouvelle scierie a tronçonner. Division mécanique des pierres et des marbres.

CHAPITRE TROISIÈME.

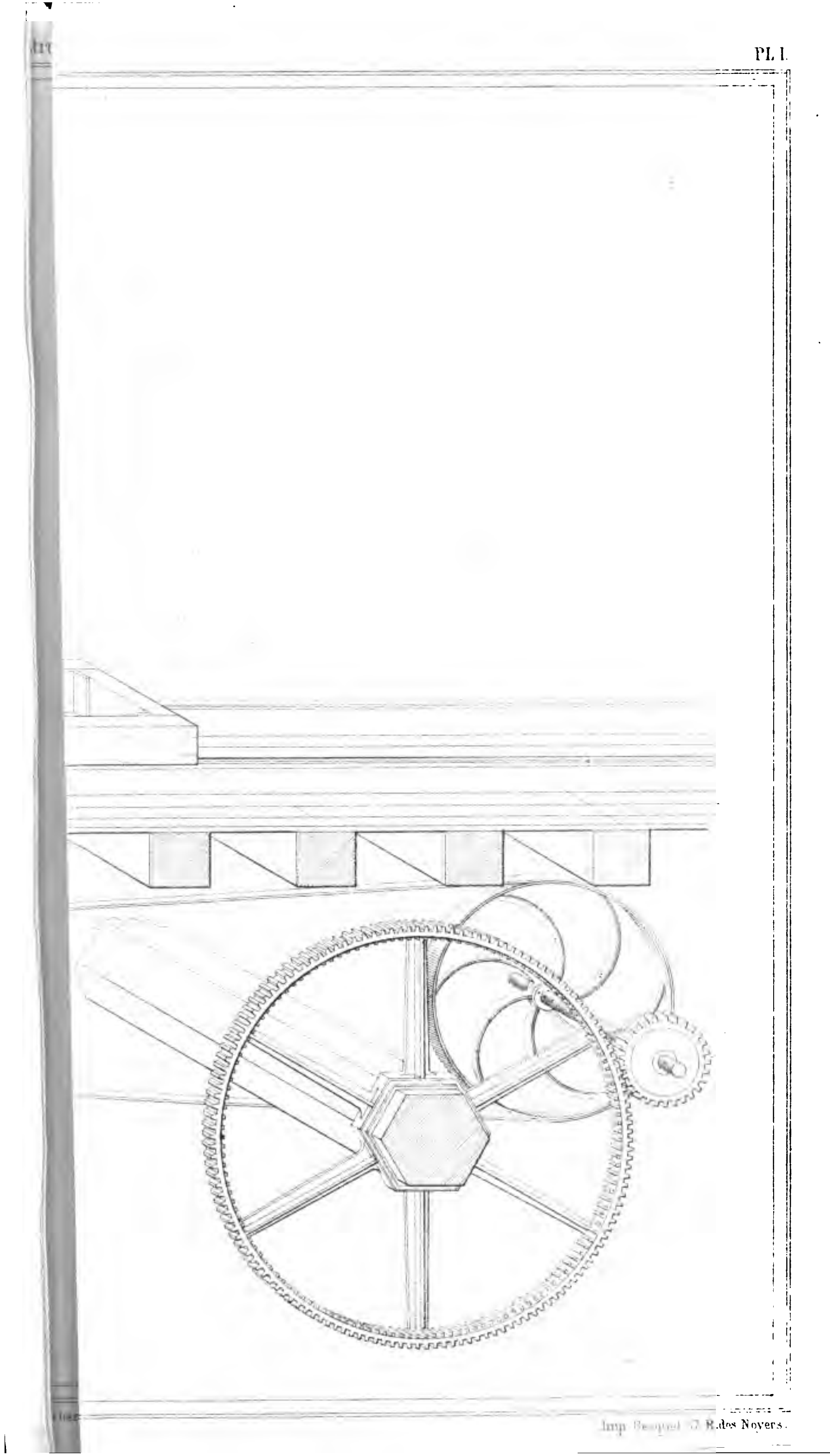
MOTEUR ET TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT.

§ Ier. — Machines motrices des scieries. Calcul de leur puissance dynamique.

§ II. — Théorie et propriétés des transmissions de mouvement par courroies
Règles pratiques pour leur établissement.

FIN DE LA TABLE

— Corbeil, impr. et stér. de Crété. —



Imp. Becquet [illegible] R. des Noyers.

EXTRAIT DU CATALOGUE

DE LA LIBRAIRIE DE E. LACROIX.

ADHÉMAR (J.). **Cours de mathématiques à l'usage de l'ingénieur civil.**

— **Traité d'Arithmétique et d'Algèbre**. 3e édition. 1 vol. in-8, 496 p. et 1 pl. 1857. 6 fr.

— **Traité de Géométrie**. 2e édition, revue et corrigée. 1 vol. in-8, 559 p. et atlas in-8 de 34 pl. 1858. 8 fr.

— Traité de géométrie descriptive, 4e édit., revue et augmentée. In-8, VII-502 p. et atlas in-folio de 103 pl. 1860. 20 fr.

— **Traité des ombres, théorie des teintes et des points brillants, perspective cavalière et isométrique.** 2e édition, revue et augmentée. 1 vol. in-8, 372 p. et atlas grand in-folio de 41 pl. 1852. 20 fr.

— **Traité de perspective linéaire,** à l'usage des artistes. 3e édition, corrigée et augmentée. 1 vol. in-8, 264 p. et atlas grand in-folio de 81 pl. 1860. 32 fr.

— **Traité de la coupe des pierres**. 6e édition, revue et augmentée. Comprenant les **ponts biais en pierre,** 540 p. et atlas grand in-folio de 86 pl. 1858. 32 fr.

— **Traité de charpente**, comprenant les **ponts biais en bois**. 2e édition, revue et corrigée. 1 vol. in-8, 656 p. et atlas grand in-folio de 63 pl. 1854-58. 40 fr.

— **Traité théorique et pratique des ponts biais,** comprenant les ponts biais en pierre et en bois. 2e édition. 1 vol. in-8, 304 p. et atlas grand in-folio de 26 pl. 1861. 24 fr.

— Révolutions de la mer. Déluges périodiques ; 2e édit. 1 vol. in-8, VII-359 p. et atlas in-8 en 8 pl. doubles. 1860. 8 fr.

ADHÉMAR (le comte A. d'), ingénieur civil. Traité pratique de la **construction des chemins de fer à chevaux,** tramways ou **chemins de fer américains**. In-8, 112 p., avec bois dans le texte et 1 pl. in-fol. 1860. 4 fr.

Aérostat dirigeable, par le comte T. de la G... In-8, 28 p. 3 pl. 1852. 2 fr. 50

Agriculture française, par MM. les inspecteurs de l'agriculture, publiée d'après les ordres de M. le ministre de l'agriculture et du commerce.

Volumes publiés :

Département des Hautes-Pyrénées. 1 vol. in-8, 371 p. et une carte. 1843.

Département de l'Isère. 1 vol. in-8, 382 p. et une carte. 1843.

Département de la Haute-Garonne. 1 vol. in-8, 302 p. et une carte. 1843.

Département des Côtes-du-Nord. 1 vol. in-8, 370 p., une carte et tableaux. 1844.

Département du Tarn. 1 vol. in-8, 484 p. et une carte 1845.

Département de l'Aude. 1 vol. in-8, 306 p. et une carte. 1847.

Prix de chaque volume. 5 fr.

Album de papier quadrillé pour plan. In-8 oblong, cartonné. 2 fr. 50

ALCAN (Michel), ingénieur civil, professeur au Conservatoire des arts et métiers, etc. Essai sur l'**industrie des matières textiles**, comprenant le travail complet du **coton**, du **lin**, du **chanvre**, des **laines**, du **cachemire**, de la **soie**, du **caoutchouc**, etc. Second tirage, augmenté de la classification et de la notation caractéristique des tissus, etc. 1 vol. in-8, 801 p. et nombreux bois dans le texte, avec un atlas de 37 pl. 1859. 32 fr.

ALCAN. — Étude des progrès techniques de la **filature du coton** depuis son origine, et des principales causes du succès de l'industrie cotonnière (Annales du Conservatoire, Ier vol., n° 1). 4 fr.

ALCAN et PERSOZ. Des causes qui peuvent influencer la **ténacité et les qualités des tissus** (Annales du Conservatoire, 1er vol., n° 3). 4 fr.

AMBROSY (M.), capitaine de l'artillerie belge. **Essai sur la naissance du feu.** 1 vol. in-8, 168 p. 1857. 4 fr. 50

ANDREW URE (D. M.). **De la fabrication du coton, de la laine, du lin et de la soie,** avec la description des diverses machines employées dans les ateliers anglais; traduit sous les yeux de l'auteur, et augmenté d'un chapitre inédit sur l'industrie cotonnière française, etc. 1 vol. in-12 en deux parties, 755 p. avec bois dans le texte et 2 pl. 8 fr.

Annales télégraphiques, publiées sous le patronage de M. le directeur des lignes télégraphiques. In-8, 1 vol. 278 p. avec bois dans le texte et pl. gravées sur acier. 10 fr.

Annales d'agriculture; par C. A. Oppermann. Voir *Nouvelles Annales*, etc.

Annales du Conservatoire impérial des arts et métiers. Recueil de Mémoires et d'Observations sur les Sciences, l'Industrie et l'Agriculture, publié par MM. les professeurs du Conservatoire, sous la direction de M. Ch. Laboulaye.

SOMMAIRE DU 1er VOLUME.

Numéro 1.

Numéro 2.

Numéro 3.

M. Boquillon. — Notice bibliographique sur les Œuvres complètes de Galilée, publiées à Florence, par MM. Alberi et Bianchi.

MODE DE PUBLICATION.

Les *Annales du Conservatoire* paraissent tous les trois mois depuis le 1er juillet 1860, par fascicules de 10 à 15 feuilles, avec bois dans le texte, et des planches gravées sur cuivre.

Le prix de l'abonnement est de 16 francs par an pour toute la France.

ARCET (J. P. J. d'), membre de l'Institut et du Conseil de salubrité. Collection de mémoires relatifs à l'**assainissement des ateliers, des édifices publics et des habitations particulières**, etc., mis en ordre par Ph. Grouvelle, ingénieur civil. 1 vol. in-4, 326 p., et atlas in-4 de 27 pl. 1843. 15 fr.

— Description d'un **fourneau à coupelle pour essais des matières d'or et d'argent.** Broch. in-8, 48 p. et 3 pl. 1813.

— **Latrines modèles** construites sous un colombier, ventilées au moyen de la chaleur des pigeons, et servant à la préparation de l'engrais. Broch. in-4, 12 p. avec une pl. 1843. 2 fr. 50

ARTAUD (Le docteur), de Bordeaux. **De la Vigne et de ses produits**. 1 vol. in-8. 354 p. 1858. 5 fr.

ARMENGAUD aîné, ingénieur civil. **L'Industrie des chemins de fer,** ou Dessins et descriptions des principales machines locomotives, des fourgons d'approvisionnements (tenders), wagons de transports et de terrassement, voitures, diligences, rails, supports, plates-formes mobiles, aiguilles, machines accessoires, etc., en usage sur les routes de fer de France, d'Angleterre, d'Allemagne et de Belgique, etc., etc., publiée sous les auspices, de M. le ministre du commerce et des travaux publics. 1 vol. in-4, 175 p. avec un atlas de 40 pl. demi-grand aigle. 1839. 30 fr.

ARLOT et GUILLON. **Guide complet du peintre en voitures,** 1 vol. in-8, 91 p. et 5 pl. in-folio en couleur, 1861. 6 fr. 50

AUBRÉ (L. E.), professeur à l'École de Châlons. **Cours de géométrie descriptive,** d'après la méthode de Th. Olivier, à l'usage des élèves des Écoles d'arts et métiers, approuvé par le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Nouvelle édition. 1 vol. in-8, 159 p. et 34 pl. 1857. 10 fr.

AUDIBERT. Aux ouvriers mécaniciens. Tableau pratique pour la **racine carrée et la racine cubique** de tous les nombres, servant au praticien pour parcourir tous les ouvrages spéciaux qui circulent en France sur la construction et le calcul des machines à vapeur, roues hydrauliques, etc. ; nombreuses applications à la construction. In-8, 64 p. et un tableau. 1 fr. 50

AUDIGANNE (A.). Les Ouvriers en famille, ou Entretiens sur **les devoirs et les droits du travailleur** dans les diverses relations de sa vie laborieuse. 1 vol. in-18, 154 p. 1850. 1 fr. 25

AULAGNIER (F.). **Études pratiques sur la navigation** du centre, de l'est et du nord de la France et des principales voies navigables de la Belgique, et **Complément d'études pratiques sur la navigation intérieure** et rapprochement entre canaux et chemins de fer français, anglais et belges. 2 vol. in-4, ensemble 261 p. et plusieurs tableaux avec 2 cartes. 1841-42. 20 fr.

BARBOT (Ch.), ancien joaillier. — **Traité complet des pierres précieuses**, contenant leur étude chimique et minéralogique, les moyens de les reconnaître sûrement, leur valeur approximative et raisonnée, leur emploi, la description des plus extraordinaires et des chefs-d'œuvre anciens et modernes auxquels elles ont concouru.

Ouvrage indispensable aux lapidaires, joailliers, bijoutiers, orfévres-artistes, négociants en pierreries, minéralogistes, antiquaires, amateurs, gens du monde, etc. 1 vol. in-18, 568 p. et 3 pl. comprenant 178 figures, représentant les diamants les plus célèbres de l'Inde, du Brésil et de l'Europe, bruts et taillés, et les dimensions exactes des brillants et roses en rapport avec leur poids, depuis un carat jusqu'à cent carats. 7 fr.

Les planches seules en un grand tableau, in-folio. 5 fr.

BARRAULT (E.), ingénieur. **Marques de fabrique** et noms commerciaux. Guide pratique du fabricant, du négociant et du commerçant. 1 vol. in-18, 169 p. 1859. 2 fr.

BARRETTA (G. J.). Manuel complet théorique et pratique du **Chocolatier, limonadier, distillateur-liquoriste, confiseur,** pâtissier suisse, suivi d'un traité sur l'art de faire et de conserver les vins et les vinaigres de table et de toilette. Ouvrage orné de 8 pl. en taille-douce et d'un tableau comparatif des degrés d'alcools en degrés centésimaux. 1 fort vol. in-8, 814 p. 1841. 10 fr.

BASSET (N.), chimiste. **Traité complet d'alcoolisation générale, guide du fabricant d'alcools,** renfermant la marche à suivre pour obtenir l'alcool de toutes les substances alcoolisables, les moyens de débarrasser l'alcool des odeurs propres et de celles d'empyreume, ainsi que l'indication des rendements, au point de vue de la fabrication par les méthodes les plus économiques et toutes les règles, formules, etc. Deuxième édition, revue et augmentée. In-18 jésus, 503 p., 1 pl. et 2 tableaux. 1857. 6 fr.

— Chimie de la ferme, leçons familières sur les notions de chimie

élémentaire utiles au cultivateur et sur les opérations chimiques les plus nécessaires à la pratique agricole. 1 vol. in-18, 388 pages avec fig. dans le texte. 1858. 3 fr. 50

— **Le pain par la viande.** Organisation de l'industrie agricole. 1 vol. in-8, 178 p. 1855. 2 fr.

— **Guide pratique du fabricant de sucre,** contenant l'étude théorique et technique des sucres de toute provenance, la saccharimétrie chimique et optique, la description et l'étude culturale des plantes saccharifères, les procédés usuels et manufacturiers de l'industrie sucrière, et les moyens d'améliorer les diverses parties de la fabrication. 1 vol. in-8, avec bois dans le texte. Prix. 12 fr.

BAST (A. de). **Merveilles du génie de l'homme, découvertes, inventions.** Récits historiques et instructifs sur l'origine de l'état actuel des découvertes et inventions les plus célèbres. 1 vol. in-8 illustré de nombreux dessins. 447 p. 1852. 12 fr.

BASTENAIRE D'AUDENART, manufacturier fabri-consulte pour les arts céramiques, etc., etc. **Art de fabriquer la porcelaine,** suivi d'un vocabulaire des mots techniques, et d'un traité de peinture et dorure sur porcelaine. 2 vol. in-12, 847 p., ornés de 8 pl. gravées. 1827. 7 fr.

— **Art de fabriquer la faïence,** recouverte d'un opaque blanc et coloré, suivi de quelques notions sur la peinture au grand feu et à réverbère, et d'un vocabulaire des mots techniques. 1 vol. in-12, 480 p. et 2 pl. 1828. 5 fr.

BATAILLE (E. M.). **Traité des machines à vapeur,** comprenant tout ce qui est relatif à l'histoire, la théorie, la description et l'application des machines à vapeur, depuis les temps les plus anciens jusqu'à nos jours ; contenant la traduction complète de l'ouvrage anglais, publié sous le patronage du gouvernement par une société de mécaniciens (*Artizan-Club*). 1 vol. in-4, 608 p., tableaux et bois dans le texte, avec un atlas de 42 pl. 1847-49.

BECQUEREL. **Recherches sur les piles voltaïques ;** détermination des coefficients relatifs aux piles en usage dans l'industrie (Annales du Conservatoire, I[er] vol., 2[e] numéro). 4 fr.

BENOIT (P. M. N.), ex-professeur de topographie et de géodésie à l'École d'application d'état-major, ancien élève à l'École polytechnique, etc. **Cours complet de topographie et de géodésie.** Traité des levers à la planchette, à la boussole et au goniomètre, précédé de généralités sur les descriptions graphiques des corps et du globe terrestre en particulier. 1 vol. in-8, 495 p. et 12 pl. 7 fr. 50

— **Théorie générale des pèse-liqueurs,** appliquée à la construction et à l'emploi de toutes sortes d'aréomètres entièrement comparables; avec des tables aréométriques très-étendues, donnant les pesanteurs spécifiques, correspondant aux divers degrés des pèse-liqueurs en usage; le titre des eaux-de-vie, des acides sulfuriques, etc. 1 vol. in-8, 108 p. et 1 pl. 1821. 3 fr. 50

BEZON. **Dictionnaire général des tissus anciens et modernes.** Ouvrage où sont indiquées et classées toutes les espèces de tissus connues jusqu'à ce jour, soit en France, soit à l'étranger, notamment dans l'Inde, la Chine, etc., etc., avec l'explication abrégée des moyens de fabrication et l'entente des matières, nature et apprêt, applicables à chaque tissu en particulier. 3 vol. in-8. 22 fr. 50

Bibliographie des ingénieurs et des architectes, des chefs d'usines industrielles et d'exploitations agricoles, et des élèves des Écoles polytechnique et professionnelles. Publication semestrielle, donnant la liste des ouvrages récents publiés sur *les sciences, l'industrie, l'architecture, les beaux-arts, l'agriculture,* etc, 8 numéros sont en vente, janvier 1857 à décembre 1860 inclus.
Prix du numéro. 15 c.

BIDAUT (Eugène), ingénieur au corps des mines. **Études minérales.** Mines de houille de l'arrondissement de Charleroi. 1 vol. in-4, 180 p. et 6 pl. gr. in-folio. 1845. 10 fr.

BINZER (A. de). **La cathédrale de Cologne,** ou Description de ce monument d'architecture germanique du moyen âge. Ouvrage traduit de l'allemand, par Adler-Mesnard. In-4, 32 p. avec 5 pl. et un plan iconographique. 20 fr.

BLANQUI (N. E.), de l'Institut. Cours d'**Économie industrielle,** recueilli et annoté par A. Blaise. 1 vol. in-8, 508 p. 1838-39. 7 fr. 50

BLAVIER, inspecteur des lignes télégraphiques. **Cours théorique et pratique de télégraphie électrique.** In-18, jésus, 471 p. 6 pl. 1857. 7 fr.

Résumé des cours faits aux employés des lignes télégraphiques.

BOILEAU (P.), capitaine d'artillerie. **Instruction pratique sur les scieries,** contenant : l'étude et les valeurs de la résistance des matériaux à l'action de l'outil; des considérations théoriques, des résultats d'expériences et des règles pratiques pour la détermination des proportions et des vitesses des différentes parties des mécanismes, etc. 1 vol. in-8. 108 p., 4 pl. in-fol. 1861. 5 fr.

BOLAND (A.), ancien boulanger. **Traité pratique de boulangerie**. 1 vol. in-8, 412 p. et 1 pl. 1860. 5 fr.

BONA CHRISTAVE (D.), officier de la marine impériale. Considérations **chimique et pratique sur la combustion du charbon**, et sur les moyens de prévenir la fumée, traduit de l'anglais, de C. W. Williams, publié sous les auspices de Son Excellence l'amiral Hamelin, ministre de la marine, avec l'autorisation de l'auteur. 1 vol. in-8, 320 p. avec bois dans le texte. 1858. 7 fr.

BONNARD (C.). **L'Art de lever les plans**. Analyse raisonnée et démonstration pratique des formules et des opérations trigonométriques les plus usitées, les tables des logarithmes, celles des sinus, la triangulation, l'observation sur le terrain et le calcul des angles par un procédé simple et facile, le tracé de la méridienne, la formation du canevas trigonométrique et les règles des divers modes d'arpentage, etc. 1 vol. in-4, 334 p. et 8 pl. 10 fr.

BONTEMPS (G.). Examen historique et critique **des verres, vitraux et cristaux**, composant la classe XXIV de l'Exposition universelle 1851. 1 vol. gr. in-8, 126 p. 1851. 5 fr.

BORDE (P.), ingénieur civil. **Tables des surfaces** pour les calculs des **déblais et remblais de chemins de fer, routes et canaux**, suivies d'autres tables pour le tracé des courbes sur le terrain. 3 vol. in-8, ensemble 1168 p. 1856. 18 fr.

1er volume, Déblais; 2e volume, Remblais; 3e volume, Rochers. Chaque volume séparément. 8 fr.

Les tables présentées dans cet ouvrage renferment les surfaces de tous les profils en travers des déblais et des remblais, pour des voies de 5 mètres jusqu'à 10 mètres de largeur, avec les intermédiaires de 0,m10 en 0m,10, calculés pour une cote rouge du profil en long depuis 0,2m de hauteur jusqu'à 20 mètres, en augmentant successivement de 0m,02.

— Machines élévatoires pour **la construction des bâtiments et ouvrages d'art**. Théorie et pratique de ces machines. Texte anglais et français, planches en couleur et légendes. Gr. in-fol. 25 fr.

BOUCHERIE. Mémoire sur la **conservation des bois**. In-8, 39 p. 2 fr.

BOUNICEAU, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur des ponts et chaussées. **Études sur la navigation des rivières à marées**, et la conquête des lais et relais de leur embouchure. 1 vol. in-8, 304 p. 1845. 7 fr. 50

Corbeil, typ. et stér. de Crété.

EXTRAIT

DU

CATALOGUE GÉNÉRAL

DE LA

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

CHAPITRE TROISIÈME.

Mathématiques, Dessin, lavis, Mécanique, Architecture, etc.

A

ADAM (Alphonse), architecte. — Prix de règlement des travaux de **Couverture en zinc.** — Tableaux synoptiques pour faciliter l'application des prix de la série de la Ville de Paris, donnant instantanément le prix de chaque nature de travaux avec fourniture de zinc des Nos 10 à 15 pour tous les cours compris entre 55 et 100 francs. In-4, 34 pages. 3 fr.

ADRIAN (A). — Tarif de **cubage** des bois en grume par la circonférence et par le diamètre au volume réel, avec les réductions au 1/4 de la circonférence ou au 1/6 ou au 1/5 déduit. 1 vol. in-18. 2 fr.

Album de l'ameublement, orné de 400 modèles, tarif approximatif de tapisserie, tenture, meubles, literie, avec le métrage, le prix des étoffes et des façons, par P, Rondelle, 1 vol. in 8. 6 fr.

Album de **papier quadrillé** pour plans et croquis, 4 fr.

Annales du Génie civil et recueil de Mémoires sur les ponts et chaussées, les routes et chemins de fer, les constructions et la navigation maritime et fluviale, l'architecture, les mines, la métallurgie, la chimie, la physique, les arts mécaniques, l'économie industrielle, le génie rural, renfermant des données pratiques sur les arts et métiers et les manufactures, annales et revue descriptive de l'industrie française et étrangère, répertoire de toutes les inventions nouvelles, publiées par une réunion d'ingénieurs, d'architectes, de professeurs et d'anciens élèves de l'École centrale et des Écoles d'arts et métiers, avec le concours d'ingénieurs et de savants étrangers. E. LACROIX, ✻, membre de la Société industrielle de Mulhouse, de l'Institut royal des ingenieurs de Hollande, etc., etc., directeur de la publication.

Les *Annales du Génie civil* paraissent depuis le 1er janvier 1862, chaque livraison mensuelle est composée de 4 à 5 feuilles grand in-8, avec figures dans le texte et 4 ou 5 pl. in-folio.

Prix de l'abonnement : Paris, 20 fr. — Province, Alsace-Lorraine et Algérie, 25 fr. — Etranger, 30 fr. — Pays d'outre-mer, 35 fr.

ARCET (J.-D.-J. d'). — Collection de Mémoires relatifs à l'**assainissement des ateliers**, des édifices publics et des habitations particulières, etc. 1 vol. in-4, 326 p. et un atlas in-4 de 27 pl. Epuisé, rare.

— **Latrines-modèles**. Br. in-4, 12 pag. et 1 pl. 2 fr. 50

ARLOT. — Guide du **peintre en voitures**. 1 vol. 6 fr. 50

AUBRÉVILLE (Léopold). **Réduction réciproque** et sans calculs des monnaies, poids et mesures de tous les pays. 1 vol. in-18, cartonné. 2 fr. 50

AUBRÉ (L.-E.), professeur à l'École de Châlons. — **Cours de géométrie descriptive**. 1 vol. in-4, 159 p. et 34 pl. 10 fr.

AUDIBERT (L.). — **Tableau pratique** pour la racine carrée et la racine cubique. 1 vol. in-8, 64 p. 1 fr. 50

B

BARDIN. — Cours de **dessin industriel** adopté pour les écoles de la ville de Paris, publié en trois parties :

1re partie : Géométrie graphique. 5 fr.

2e — Etude des solides. 6 fr.

3e — Construction des machines. 6 fr.

BARLET (C.-H.). — **Comptabilité des mines.** Tenue des livres appliquée à la comptabilité des mines de houille, des hauts-fourneaux et des usines à fer. 1 vol. in-8, 217 pag. 4 fr. 50

BELLENEY. — **Nouvelle théorie des parallèles.** In-8, avec pl. 3 fr.

BENOIT (P. M. N.), ex-professeur de topographie et de géodésie à l'Ecole d'application d'état major, ancien élève de l'Ecole polytechnique, etc. **Cours complet de topographie et de géodésie.** Traité des levés à la planchette, à la boussole et au goniomètre, précédé de généralités sur les descriptions graphiques des corps et du globe terrestre en particulier. 1 vol. in-8, 495 p. et 12 pl. 7 fr. 50

— **Théorie générale des pèse-liqueurs,** etc. 1 vol. in-8, 108 p. et 1 pl. 3 fr. 50

— **Guide du Meunier et du Constructeur de Moulins.** 1re partie : **Construction des Moulins.** 2e partie : **Meunerie,** 2 vol. in-8 de 900 pages, avec 22 planches contenant 638 figures. 12 fr.

BINTZER (A. de). — **La cathédrale de Cologne,** ou Description de ce monument d'architecture germanique du moyen âge; traduit de l'allemand par Alder-Mesnard. In-4, 32 p., avec 5 pl. et un plan iconographique. (*Rare*). 25 fr.

BIROT (F.), ingénieur civil, ancien conducteur des ponts et chaussées. — **Guide pratique du Conducteur des ponts et chaussées** et de l'**Agent-voyer.** Principes de l'art de l'ingénieur, 3e édition, revue et augmentée. 1 vol. de 545 pages, avec un atlas de 19 planches doubles, contenant 144 figures. Prix du volume et de l'atlas. Relié. 10 fr.

BLANCHE (V.-L.), géomètre. — **Applications des principes de trigonométrie** rectiligne à l'arpentage et au mesurage des figures géométriques à deux dimensions 1 vol. in 8, 8 pl. 4 fr.

BOBILLIER (E.). — **Principes d'algèbre.** 1 vol. in-8, 288 p. 3 fr. 50

— **Cours de géométrie.** 1 vol. in-8, 403 p. 6 fr. 50

BOILEAU (L.-A.). — **Le fer** principal élément constructif de la nouvelle architecture, in-8. 3 fr.

BONNARD (C.). — **L'art de lever les plans.** Analyse raisonnée et démonstration pratique des formules et des opérations trigonométriques les plus usitées, les tables des logarithmes, celles des sinus, la triangulation, l'observation sur le terrain et le calcul des angles par un procédé simple et facile, le tracé de la méridienne, la formation du canevas trigonométrique et les

règles des divers modes d'arpentage, etc. 1 vol. in-4. 634 p. et 8 pl. 15 fr.

BONA (T.), ancien architecte, directeur de l'Ecole de dessin industriel de Verviers. — **Guide pratique du tracé et de l'ornementation des jardins d'agrément.** 1 vol. 234 pages. 3e édition, complétement refondue et ornée de 238 figures dans le texte. 4 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série H, n° 45.

— **Guide pratique pour les constructions rurales,** 1 vol. 296 pages. 5 fr.

Ouvrage adopté par M. le Ministre de l'Instruction publique.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, serie H, n° 57.

BONNEVILLE, PAUL. (A.) et (L.) JAUNEZ. — Fabrication des **Briques et des Tuiles,** suivi d'un chapitre sur la fabrication des **pierres artificielles** et d'une étude très-complète des **produits céramiques**, poteries communes, porcelaines, faïences, etc., 1 vol. gr. in-8. accompagné de notes, de tableaux avec de nombreuses fig., dans le texte et plusieurs pl. Nouvelle édition. 10 fr.

BORDE (P.), ingénieur civil. — **Tables des surfaces** pour les calculs des **déblais et remblais de chemins de fer, routes et canaux**, suivies d'autres tables pour le tracé des courbes sur le terrain. 3 vol. in 8, ensemble 1168 p.

Les tables présentées dans cet ouvrage renferment les surfaces de tous les profils en travers des déblais et des remblais, pour des voies de 5 mètres jusqu'à 10 mètres de largeur, avec les intermédiaires de 0 m. 10 en 0 m. 10, calculés pour une cote rouge du profil en long depuis 0 m. 2 de hauteur jusqu'à 20 mètres, en augmentant successivement de 0 m. 02.

Très-rares aujourd'hui, ne seront pas réimprimées.

— **Machines élévatoires** pour la **construction des bâtiments et ouvrages d'art.** Théorie et pratique de ces machines. Texte anglais et français, planches en couleur et légendes. Gr. in-folio. 25 fr.

BOUNICEAU, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Etudes et notions pratiques sur les **Constructions à la mer.** 1 vol. de 500 pages, accompagné d'un atlas d'environ 50 planches doubles, gravées par EHRARD, relié. 18 fr.

Voir la table des matières aux chapitres 1 et 2 de ce *Catalogue*.

BOUSQUET (Gustave), capitaine au long cours, ingénieur. — Guide pratique d'**Architecture navale** à l'usage des capitaines de la marine du commerce appelés à surveiller les constructions et réparations de leurs navires. 1 vol., VI-102 p., nombreuses figures dans le texte. Relié. 3 fr.

Briques (Fabrication des), des **produits céramiques** de chaux et de ciment. Br. in-8, 48 p. 2 fr.

C

Carnet de papier quadrillé pour **croquis et notes**. In-8 oblong 4 fr.

Carnet de l'ingénieur, recueil de tables, de formules et de renseignements usuels et pratiques sur les sciences appliquées à l'industrie : chimie, physique, mécanique, machines à vapeur, hydraulique, résistance, frottements, etc., à l'usage des ingénieurs, des constructeurs, des architectes, des chefs d'usines industrielles, des mécaniciens, des directeurs et conducteurs de travaux, des agents-voyers, des manufacturiers et des industriels, publié par les rédacteurs des *Annales du Génie civil* avec la collaboration d'ingénieurs et de savants français et étrangers. 18e édition. Eug. LACROIX ✱, directeur de la publication.

Depuis que M. Mathias a fondé la publication de ce Carnet (1837), il est chaque année publié une nouvelle édition, corrigée et augmentée. Tous les trois ou quatre ans, le Carnet est complétement refondu.

Ce Carnet forme un vol. in-12 d'environ 300 pages de texte ou tableaux, avec calendrier perpétuel.

Prix : Cartonné 5 fr. Relié en portefeuille, doré sur tranches. 10 fr.

Principales divisions de l'ouvrage : Tables usuelles. — Notions usuelles. — Algèbre. — Géométrie analytique. — Mécanique. — Machines simples. — Résistance des matériaux. — Hydraulique. — Documents relatifs aux constructions. — Matières premières servant aux constructions. — Physique et chimie. — Chaleur et combustibles. — Machines à vapeur. — Géologie. — Données économiques, mesures, monnaies, etc., etc.

CARTIER (E.). — **Album et calculs de résistance de fers marchands et spéciaux**. In-folio, 16 pl. 5 fr.

CAVOS (A.). **Traité de la construction des théâtres** ; ouvrage contenant toutes les observations pratiques sur cette partie de l'architecture. 1 vol. in-8, 212 p. et atlas in-folio de 25 pl. grand in-folio. 35 fr.

— *Le même ouvrage*, avec l'**Architectonographie des théâtres** de Kaufmann, formant ensemble 3 vol. in-8, et 3 atlas in-folio. 90 fr.

CAVROIS. — **Manuel des agents-voyers, experts**, fabricants de sucres, exploitants de mines, carrières, forêts, etc., en matière de subventions industrielles. In-8, 4e édit. 3 fr. 50

CAZOT. — Nouveau Barême commercial, ou **Comptes faits pour**

les poids métriques ou poids décimaux, à l'usage des commerçants en gros et en détail. 1 vol. in-8, 280 p. 3 fr. 50

Céramique. — Tarif de décoration, précédé des dispositions générales passées en usage dans cette industrie. In-4 oblong. 72 pages. 6 fr.

CHAIRGRASSE, conducteur des ponts et chaussées, et VINOT (J.), professeur de mathématiques. **Niveaux Chairgrasse**, brochure explicative sur leur construction, leur usage et leurs nombreux avantages. Moyen de se passer de la mire divisée et de la chaîne d'arpenteur dans les opérations du nivellement et d'arpentage. In 12, 54 pages, avec figures et 3 pl. 1 fr.

CHATEAU (L.), — Le **Mobilier**, 37 p. gr. in-8 et 3 pl. 3 fr.

CHAUVAC DE LA PLACE. — Nouvelles tables pour le tracé des **Courbes de raccordement** (chemins de fer, routes et chemins), calculées. 1 vol., 120 pages, 1 planche. Relié avec le supplément. 6 fr.

CHEVALLOT (P. M.), conducteur des ponts et chaussées. — Tables pour le **tracé des courbes sur le terrain ; sinus et tangentes naturelles**, de minute en minute. Tables représentant le rapport des arcs du rayon pris pour unité ; **Notions de trigonométrie rectiligne** ; exemples d'application, 2e édit. 1 vol. in-18, 176 p. ou tableaux, avec 3 pl. 6 fr.

CLAESSENS DE JONGSTE. — **Mathématiques marines** pour le long cours ou leçons d'algèbre et de trigonométrie pour le grade de capitaine au long cours. 1 vol. oblong, 72 pages et 1 pl. 3 fr.

CLARINVAL (A.). — **Amortissement des obligations de chemins de fer** et valeur de la prime de remboursement d'une obligation. In-4, 72 pages. 5 fr.

Construction (La). — Cours pratique d'architecture civile, d'architecture rurale et de constructions forestières ; avec quelques notions sur la construction et l'entretien des machines et de l'outillage employés dans les constructions et dans l'agriculture, à l'usage des ingénieurs, des architectes, des propriétaires ruraux, des entrepreneurs, des constructeurs, des chefs d'ateliers, des contre-maîtres et des ouvriers. Cet ouvrage comprend tous les travaux de bâtiment et les ouvrages d'art, avec une étude approfondie de tous les matériaux employés dans la construction, provenance, classification, gisement, la pierre, le bois, le fer, la fonte, le cuivre, le plomb, le zinc, la chaux.

l'argile, le ciment, la pouzzolane, les bétons, les mortiers. etc. par M. Toussaint Lemaître, architecte, avec la collaboration de MM. les rédacteurs des *Annales du Génie civil*. M. Eugène Lacroix, membre de la Société industrielle de Mulhouse, de l'Institut royal des ingénieurs hollandais et de la Société des ingénieurs de Hongrie, etc. Directeur de la publication.

PROGRAMME DU COURS DE CONSTRUCTION : sondages, déblais et remblais, terrassements, fondations, maçonnerie, art du mouleur en plâtre, carrelage, pavage, bitume, dallage, etc. Charpenterie, échafaudages en bois et en fer, combles, ponceaux, etc. art du couvreur, plomberie, zinguerie, ferblanterie, etc. Menuiserie, construction des escaliers, art du tourneur, serrurerie, vitrerie, peinture, etc.

Cet important travail est publié par livraisons; chacune d'elles est composée d'une feuille de texte in-4 sur deux colonnes, et de trois planches d'ensemble, de plans et de détails avec les teintes conventionnelles.

Prix de l'ouvrage complet (48 livraisons)	200 fr.
Prix de la première série (livraisons 1 à 12)	60 fr.
— de la deuxième série (livraisons 13 à 24)	60 fr.
— de la troisième série (livraisons 25 à 36)	60 fr.
— de la quatrième série (livraisons 37 à 48)	60 fr.
— de chaque livraison séparée	6 fr.

Trois livraisons sont publiées. — Sommaire de ces 3 livraisons.

1re *Livraison.*

Pl. 1. — Vacherie, coupe, plan, détail.
Pl. 2. — Grange ouverte.
Pl. 3. — Porcherie.

2e *Livraison.*

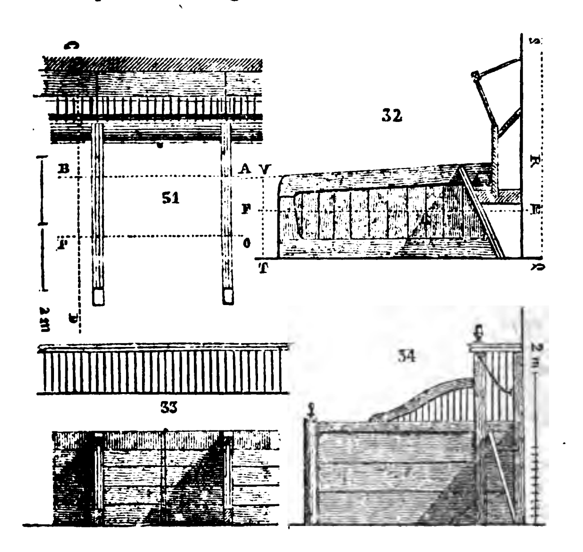
Pl. 4. — Vacherie, coupe à l'échelle de 0m,020.
Pl. 5. — Ecurie de ferme.
Pl. 6. — Porcherie, plan, coupe, élévation, détails.

3e *Livraison.*

Pl. 7. — Poulailler et colombier.
Pl. 8. — Ferme moyenne.
Pl. 9. — Grange ouverte.

Les planches ci-dessus ne se vendent pas séparément, on doit prendre une livraison complète.

Spécimen des fig. intercalées dans le texte.



Stalles d'écurie.

COUTELAS (C.-F.). — Traité spécial sur la **théorie**, la **construction** et la **vérification** des instruments de pesage, avec fig.; indispensable aux vérificateurs des poids et mesures. In-8 de 61 p. et 1 pl. 3 fr. 50

CONTANT — Parallèle des principaux **théâtres modernes** de l'Europe et des **machines théâtrales** françaises, allemandes et anglaises. 2 vol. in-folio. 160 fr.

CRUSSY (V.) — **Nivellement** de Clamart, exécuté en 1861. Broch. in-8, 8 p., 1 pl. 50 c.

D

DAGUZAN. — Les **beaux-arts et l'industrie**. Gr. in-8 et 5 pl. dont une chromo-lithographie. 3 fr. 50

DALEMAGNE (Léon). — **Notice sur les matériaux silicatisés**, au moyen du wasserglas. In-18. Voyez *Fuchs*. 50 c.

DELESSE (M.). — **Matériaux de construction**, à l'exposition de Londres. In-8, 275 p. 2 fr. 50

DELVINCOURT, avocat. — Le livre des **entrepreneurs** et concessionnaires de travaux publics, contentieux administratif, en matière de travaux publics. 3e édition, entièrement refondue. In-8, III-576 p. 10 fr.

DEMANET (A.), lieutenant-colonel honoraire du génie, membre de l'Académie royale de Belgique, etc. — **Cours de construction**, connaissance des matériaux, emploi des matériaux, théorie des constructions, établissement des fondations, applications, économie des travaux, entretien. 2 vol. gr. in-8 d'ensemble 1139 p., avec un atlas in-fol. de 61 pl. dont 3 coloriées. 3e édit. revue et augmentée. 80 fr.

Cet ouvrage présente, sous une forme concise et méthodique, les principes généraux de l'art de bâtir : il peut servir tout à la fois de Guide pour les jeunes gens qui se destinent à la carrière d'ingénieur ou d'architecte, et de compendium pour ceux qui ont déjà acquis une certaine pratique.

N'oublions pas d'ajouter que M. Demanet a professé pendant un grand nombre d'années un cours de construction à l'école militaire de Bruxelles, et que cet ouvrage emprunte une grande autorité à l'expérience de l'auteur et à la position qu'il occupait.

— **Guide pratique du Constructeur**. — **Maçonnerie**. 1 vol. de 252 p., avec tableau et 1 atlas in-8 de 20 pl. doubles gravées sur acier. Relié. 6 fr.

Ouvrage adopté par M. le ministre de l'instruction publique.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série C, n° 10.

Le Cours de Construction de M. Demanet dépasse, par son importance et son prix, le cadre adopté pour les publications de notre bibliothèque des professions industrielles et agricoles. Mais comme chacune de ses parties compose un ensemble distinct nous en avons extrait les chapitres relatifs à la Maçonnerie et c'est très-justement que nous leur avons conservé le titre de *Guide du Constructeur*, car ces chapitres forment un tout complet où rien n'a été oublié.

— **Architecture des Églises**. 1 vol. in-4. 5 fr.

DENIS DE LAGARDE, ingénieur attaché à l'ambassade de France à Madrid. — De la **richesse minérale de l'Espagne**. Législation des mines, résumé des documents statistiques officiels de 1861 à 1870. Notes. 1° sur le commerce général de l'Espagne, de 1850 à 1867 ; 2° sur la viabilité : routes et chemins de fer. In-4, 77 p. 4 fr. 50

DE GRANGES DE RANCY (Edmond). **Petit Traité de comptabilité agricole** en partie simple. 2e édit. augmentée d'un système de comptabilité agricole en partie simple, applicable à l'exploi-

tation d'un domaine, et permettant de surveiller tous les détails de son administration sans y résider et de tenir soi-même le résumé de sa comptabilité sans travail continu, suivie de l'agriculture simplifiée pour les agriculteurs. In-8. 124 p. 3 fr.

Dictionnaire du constructeur. Voir *Pernot.*

Dictionnaire raisonné et formulaire du **métré** et de la **vérification** des travaux de terrasse, maçonnerie et carrelage, comprenant tous les sous-détails de la fourniture et façon, par O. Masselin. 1 vol. in-8 et pl. 25 fr.

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde, ou les 100,000 secrets et recettes de l'industrie moderne, comprenant les arts et métiers, les mines, l'agriculture, etc., par MM. les redacteurs des *Annales du Génie civil*; E. Lacroix, directeur de la publication. Cet ouvrage est publié en 20 livraisons, chacune de 2 feuilles, du format gr. in-18, 72 pages. Il paraît 2 livraisons par mois depuis le 1er mars dernier.

Prix de souscription : l'ouvrage complet. . . . 20 fr.

Prix de chaque livraison. 1 25

Pour la province et l'étranger le port en plus.

Les 6 premières livraisons sont en vente (mai 1873). Si l'abondance des matières contraignait l'éditeur à dépasser le nombre de livraisons annoncé, ces livraisons seraient livrées gratuitement aux souscripteurs.

Didier Goyard. — Nouveau Traité du **solivage métrique des bois en grume**, aux 5e et 6e deduits, augmente de l'ancien tarif du meme auteur, In 8, 55 p. 1 fr.

— Nouveau tarif du **bois, des fers et des fontes** de toutes dimensions. In-8. 1 fr.

Douliot. — Cours élémentaire théorique et pratique. — **Mathématiques.** In-4, 548 pag, et 16 pl. 18 fr.

— **Charpente en bois.** In-4, 274 pages et atlas de 136 pl. 20 fr.

— **Stabilité des édifices.** In-4 et 6 pl. 15 fr.

On a dit de M. Douliot que personne ne savait mieux que lui aplanir les difficultés de l'étude, passer des démonstrations les plus simples aux plus hautes questions de l'art. Ces qualités se retrouvent dans tous les ouvrages de cet excellent professeur, dont le Cours de construction, unique à Paris, était une des gloires de l'Ecole gratuite de mathématiques et de dessin et des arts mécaniques, en France, et l'un des plus beaux titres de cette Ecole à la reconnaissance publique.

DUFFAU, agent du service de la voie et des bâtiments du chemin de fer du Midi. — Guide du constructeur ou **analyses de prix des travaux de bâtiments et ouvrages d art.** 7e édition. 1 vol. in-8, 366 p. 8 fr.

Cet ouvrage comprend la terrasse, la maçonnerie, la plâtrerie, le carrelage et le pavage, l'asphalte, la charpente, la couverture et la zinguerie, la menuiserie, la serrurerie, la fumisterie, la vitrerie, la marbrerie, la peinture, la dorure, la tenture, les conduites d'eau et les canalisations pour le gaz, la miroiterie, la pose des voies, etc., avec un tarif du poids des fers carrés, méplats et ronds, des fils de fer, de la tôle, de la fonte, des conduites en fonte, du plomb, des tuyaux en plomb, du cuivre, du zinc, un tableau de la réduction des pieds, pouces et lignes en mètres, du poids de divers matériaux de construction, de la dilatation linéaire des solides.

DUFOUR (G.-H.). — **Description d'un pont suspendu en fil de fer** construit à Genève. In-8, 70 pages, 18 fig. 3 pl. 5 fr.

DUVAL (Ch.-L.), peintre. — **Du dessin dans l'industrie,** dans les beaux arts, à propos de l'Exposition industrielle de 1863 et du concours des élèves. In-12, 91 p. 1 fr.

E

Enquête sur les transports. Projet de réforme dans l'exploitation du service des marchandises sur les voies ferrées. Tarifs et applications. In-8, 32 p. 1 fr.

Etudes sur l'Exposition universelle de Londres en 1862. 1 vol. in-8, avec fig. et pl. 20 fr.

Études sur l'Exposition universelle de 1867.

L'ensemble de ces articles, véritable rapport *non officiel de l'Exposition de* 1867, se compose de 8 volumes grand in-8, chacun d'environ 500 pages de texte compacte, illustré d'environ 2,000 gravures sur bois et accompagné de deux atlas ensemble d'environ 250 planches in-4 et in-folio Voir pour les détails les 1er et 2e chapitres du *Catalogue.* 120 fr.

ETZEL (C.), ingénieur. — Notice sur les **dispositions des grands chantiers de terrassement,** observées dans les travaux exécutés en Angleterre et en France. Broch. in-4, 48 p. avec atlas de 26 pl. sur demi-grand aigle. 20 fr.

Tous les dessins sont cotés dans toutes leurs parties.

F

FABRÉ (V.), capitaine du génie. — **Théorie des charpentes,** donnant des règles pratiques pour la construction des fermes et autres appareils en bois ou en fonte. Broch. in-8, 64 p. et 1 pl. 4 fr.

— **Théorie des corps fibreux,** ou plus exactement, des appa-

reils résistant par pression et tension, en bois, en fer, en tôle ou en fonte de fer. Broch. in-8, 62 p. et pl. 3 fr.

— **Rectification des formules** employées pour calculer la résistance des ponts métalliques. Broch. in-8. 2 fr. 50

— **Du mouvement des eaux** sur le continent. Broch. in-8 35 p. 2 fr. 25

— **Théorie des voûtes** élastiques et dilatables, d'une application spéciale aux arcs métalliques. Broch. in-8, 61 p. et 1 pl. 3 fr.

FAIVRE (M.), conducteur des ponts et chaussées. — Tables du tracé des **courbes de raccordement**. In-8, 90 p. et 1 pl. 3 fr.

FLAMM (Pierre), ancien directeur de verreries. — Trois sources d'économie de combustibles. Guide pratique du **Constructeur d'appareils économiques de chauffage** pour les combustibles solides et gazeux, traitant des générateurs à gaz fixes et locomobiles, de l'application de la chaleur concentrée et du calorique perdu aux chaudières à vapeur et aux fours de toute espèce, à l'usage des ingénieurs, architectes, fumistes, verriers, briquetiers, tuiliers, des forges, fabriques de zinc, de porcelaine, de faïence, d'aciers, de produits chimiques ; des raffineries de sucre, de sel, des industries métallurgiques et autres employant de la chaleur. 157 pages et 4 planches. 4 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série G, n° 12.

FOUCHER DE CAREIL (le comte A.) et L. PUTEAUX. — Les habitations ouvrières et les constructions civiles. 70 p., 7 fig. et 13 pl. 9 fr.

FRANCON. — Cubage des bois. 1 vol. in-18. 4 fr.

FUSCH. — La Stéréochromie. Peinture monumentale. In-8. 2 fr.

G

GAND. — Cubage **des bois en grume**. In-12. 2 fr. 50

GAUDARD (J.), ingénieur civil. — Etude comparative de divers **systèmes de ponts en fer**. 1 vol. grand in-8 de 140 pag. 14 tableaux, et accompagné d'un atlas gr. in-8 de 9 planches doubles. 12 fr.

Tous les hommes spéciaux comprendront l'importance de l'étude à laquelle s'est livré M. Gaudard. Pour arriver à des résultats pratiques, il a fait une comparaison approfondie des systèmes fondés sur l'emploi des formules théoriques, appliquées à des ouvrages offrant des conditions variées, mais conçus tous dans un même esprit, calculés pour travailler à des coefficients identiques et affranchis d'accessoires inutiles.

L'ouvrage de M. Gaudard est désormais indispensable dans la construction des ponts en fer.

— **Théorie** et détails **de construction** des arches de ponts en métal et en bois, 1 vol. gr. in-8, avec 38 fig. dans le texte et 3 gr. pl. 4 fr.

Génie civil (Voir *Annales du génie civil.*).

GIRAULT. — **Éclairage**, chauffage, ventilation, etc. 1 fr. 25

GODILLOT (J.-B.), conducteur des ponts et chaussées. — Calcul de la **résistance des poutres en tôle** employées dans la construction des ponts et viaducs. In-12, 472 p. et 1 pl. 2 fr. 50

Les fonctions qu'occupe M. Godillot l'ont amené à faire des études approfondies sur la construction des ponts en tôle. L'embarras qu'il a éprouvé au début par le manque presque absolu d'ouvrages traitant de la construction de ces ponts, lui a suggéré l'idée de publier un livre dans lequel on pût trouver le calcul de la résistance des poutres en tôle et des applications numériques de ce calcul à la détermination de cette résistance, et des dimensions à donner aux poutres, quelle que soit leur portée. Le mérite de ce travail, d'une grande utilité pratique, a été promptement apprécié.

— Du **cercle** et de la **parabole**. 46 pages et une pl. 2 fr. 50

GUETTIER (A.), ingénieur civil. — Bronze et fonte d'art. Ouvrages d'art en métaux, 43 p. 1 fr. 50

— **De l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer dans les constructions.** Recueil d'expériences, d'études et d'observations pratiques adressé aux ingénieurs, aux architectes, aux conducteurs et à toutes les personnes appelées à se servir de la fonte. 1 vol. de 550 p. in-8, et 1 atlas de 24 pl. in-4. 30 fr.

GUILLAUME. — Tableaux de la **résistance des fers** à double T. employés dans la construction des bâtiments et autres. In-fol. 3 fr.

GUY (F.). — Instruction sur la **règle à calcul**, br. in-12. 1 fr

— **Règle à calcul** ordinaire en buis. 6 fr

— — — à biseau. — 7 fr.

GUY (P. G.), ancien élève de l'École polytechnique, officier d'artillerie. — Guide pratique du **Géomètre arpenteur**, comprenant l'arpentage, le nivellement, le levé des plans, le partage des propriétés agricoles. Nouv. édition. 1 vol. de 272 pages avec 5 planches. 4 fr.

Les deux premières éditions de ce guide étaient épuisées. Celle que nous annonçons a été complétement revue et quelques additions importantes y ont trouvé place. Les planches gravées à nouveau, sont d'une grande netteté.

H

HEUDICOURT (F.-S.), — Etudes sur la **comptabilité industrielle**. Br. in-8, 15 p. 50 c.

HIRN. — **Arithmomètre**. In-8 avec pl. 3 fr.

HUGUES (E.-G.), ingénieur civil. — Tables donnant en mètres cubes **les volumes des terrassements** dans les déblais et remblais des chemins de fer, canaux, routes, etc., accompagnées d'un Traité pratique sur les calculs des terrassements et d'une instruction sur l'usage de ces tables. 1 vol. in-4, avec de très-grands tableaux et plusieurs planches. 10 fr.

HUSSON, vérificateur spécial en serrurerie. — **Tarif complet de façon et marchandage relatifs à la serrurerie**. Broch. in-8, 28 p. 2 fr.

I, J

JACQUEMIN. — **Barême** pour calculer les nombres, les intérêts, les courtages, les rentes, etc. 1 vol. in-8. 5 fr.

JARIEZ (J.). — **Cours élémentaire** de sciences mathématiques. Arithmétique. 6e édition in-8 de 228 p. 3 fr. 50

— Notions d'algèbre et de trigonométrie. In-8 de 336 p. et pl. 5 fr.

— Géométrie descriptive. 3e édition, revue et corrigée. In-8 de 183 p. et atlas de 13 pl. 6 fr.

— Mécanique industrielle. 3e édition. 2 vol. in-8, ensemble de 815 p. et 13 pl. 15 fr.

Le même cours en langue espagnole.

— Tomo I. Arithmetica. In-8 de 252 p. 5 fr.

— Tomo II. Aljebra y trigonometria. In-8 de 348 p., 50 fig. 6 fr.

— Tomo III. Jeometria elemental. Tercera edicion, revista y correjida por J. Jariez. In-8 de 498 p. 831 fig. 8 fr.

— Tomo IV. Jeometria descriptiva. Secunda edicion, revista y correjida por el autor. In-8 de 183 p., 13 pl. 7 fr.

— Tomo V. VI. Mecanica industrial. 2 vol. in-8 de 800 p., 12 pl. 18 fr.

La plupart des traités dont l'ensemble forme ce cours de sciences mathématiques, ont eu de nombreuses éditions : tous ont eu l'honneur de la traduction ; aussi ce n'est pas seulement en France, mais au Pérou et principalement en Espagne, qu'on a apprécié le mérite des ouvrages de M. Jariez. Les questions les plus ardues deviennent faciles par sa méthode d'exposition qu'élucident toujours de nombreux exemples.

JAUNEZ (A. et L.), ingénieurs et manufacturiers. — Revue des **produits céramiques**. (Voir *Bonneville.*)

JEANNIN, métreur-vérificateur en menuiserie. — **Aide mémoire**, petit livre de poche du menuisier. 9e édition. 2 fr.

K

KAUFMANN (J.-A.), architecte. — **Architectonographie des théâtres**, ou Parallèle historique et critique de ces édifices considérés sous le rapport de l'architecture et de la décoration ; ouvrage commencé par Alexis Donnet et Orgiazzi, et continué par Kaufmann. 2 vol. in-8, ensemble 730 p. et 2 atlas in-folio, 70 pl. 80 fr.

— *Le même ouvrage* avec Cavos (V. plus haut *Cavos*). **Traité de la construction des théâtres.** 90 fr.

KLIMSCH. — Cours de **dessin industriel** à l'usage des Écoles professionnelles et des artistes.

Album de Calligraphie.

1. Formes originaires des caractères les plus en usage ; 5 livraisons à 1 fr. 75

2. Ecritures renversées à l'usage des lithographes, 2 cahiers. 1 fr. 75

3. Initiales et lettres ornées ; le 1er volume contenant 12 cahiers à 1 fr. 75 est publié. Prix du volume. 21 fr.

Le second volume qui fournit non-seulement des majuscules, mais aussi des minuscules, sera également divisé en 12 livraisons, paraissant de mois en mois, 5 livraisons sont publiées, à 1 fr. 75 la livraison.

4. Monogrammes ; grand choix de combinaisons de tous genres. 13 cahiers, à 1 fr. 75

5. **Alphabets ou lettres ornées, 16 livraisons publiées à 1 fr. 75**

Cette publication se distingue des similaires en ce qu'elle fournit dans un style égal toutes les lettres de l'alphabet, chaque livraison contiendra entre 6 et 12 alphabets complets.

Album d'ornements.

Grand choix d'ornements de tous genres des plus simples aux plus compliqués pour toutes les industries et professions. 1 fr. 75

12 livraisons forment 1 volume ; le 1er volume est complet. Les 4 livraisons du 2e volume sont en vente.

Album d'étiquettes.

Grande collection de motifs pour étiquettes de toute espèce, 9 cahiers à 2 fr. 75

Album de figures.

1. Groupes d'enfants gravés sur pierre d'après nature, 2 livraisons à 5 fr. 50

2. Allégories, devises et vignettes, 12 livraisons à 3 fr. 25

Album de paysage.

Pour l'enseignement du dessin, 6 cahiers, à 2 fr. 75

Croquis lithographiques ou gravure sur pierre.

Motifs à l'usage des lithographes pour toute espèce de travaux. 5 fr. 50

Knab (C.), ingénieur-chimiste et manufacturier. — Sept tableaux peints d'une grande dimension (échelle de 1/2 à 1/5 de grandeur naturelle), destinés à l'enseignement : Machine à vapeur de Watt. Différentes machines à élever l'eau, pompes, vis d'Archimède, bélier hydraulique. Presse hydraulique avec sa pompe et tous ses accessoires. Moteurs hydrauliques, roue en dessus, en dessous, etc. — Turbine. — Coupe d'une locomotive. Élévation d'une locomotive. Chaque tableau se vend séparément. 12 fr.

Verni, collé sur toile, et muni de rouleaux noirs, en bois. 25 fr.

Cette collection est complétée par deux autres tableaux de machines à vapeur marines. (Voir *Ortolan*.)

L

Lacroix (E.). — La **Construction du Champ-de-Mars**, examen critique, 7 pages, avec le plan du Palais et du Parc. 1 fr. 50

Lallour (Édouard). — Observations pratiques sur la **stabilité** et la consolidation **des terrassements**. Gr. in 8, avec 4 pl. Numéro d'avril 1865 des *Annales du Génie civil*. Prix de ce numéro, 5 fr.

Lasserre (P.). — Manuel des **contributions directes** renfermant la législation sur les quatre contributions directes foncière, des portes et fenêtres, personnelle et mobilière, des patentes sur les taxes assimilées prestations, voitures et chevaux, cercles ou sociétés, billards, biens de mainmorte, mines, taxe sur les chiens. Guide pour les réclamations, instructions sur les baux et locations verbales à déclarer au bureau de l'enregistrement, in-18 (1873). 1 fr.

Leblanc, professeur au Conservatoire des arts et métiers, conservateur des collections, etc. — **Recueil des machines, instruments et appareils** qui servent à l'économie industrielle et rurale, **chemins de fer, locomotives, locomobiles, machines à vapeur**, charrues, semoirs, hersces, moulins, tarares, machines à élever l'eau, presses à vis, presses hydrauliques, scieries, roues hydrauliques, et dont les avantages sont consacrés par l'expérience ; publié avec les détails nécessaires à la construction. L'ouvrage se compose de cinq parties, comprenant chacune 12 livraisons ; chaque livraison se vend séparément. 6 fr.

L'ouvrage complet, formant 60 livraisons, 360 fr.

Pour les détails de ces livraisons, consulter le 1er chapitre de ce catalogue.

— **Choix de modèles appliqués à l'enseignement du dessin des machines**, avec un texte descriptif, dessiné, gravé et publié par Leblanc, 8e éd. In-8. 152 p. et atlas de 60 pl. in-fol. 30 fr.

Le but que s'était proposé M. Leblanc avait été de donner aux élèves des notions exactes sur les constructions des organes et des pièces principales des machines, de populariser, pour ainsi dire, l'intelligence de leurs fonctions et du jeu de leurs différentes parties, et d'offrir aux personnes qui se livrent à ce genre d'études, des moyens sûrs et prompts, non-seulement de dessiner avec une certaine correction, d'après des machines déjà exécutées, mais aussi de tracer à l'avance des épures pour les constructions de toutes sortes de combinaisons ou d'appareils qui ne servent encore qu'en projet.

Ce double but a été complétement atteint. Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de reproduire les titres des principales divisions de ce choix de modèles devenu classique : Exercices de géométrie ; — projection courbes excentriques et engrenages, détails et ensemble de machines, — levé de machines, tracé des ombres, modèles et dessins lavés.

Tous les objets que M. Leblanc a choisis comme exemples ou modèles sont sanctionnés par l'expérience. Il a sévèrement rejeté tout accessoire inutile.

« Quand toutes les parties d'un ensemble, dit-il, quoique simples, sont disposées de manière à concourir au but général et à se prêter un mutuel appui, il en résulte une convenance, un accord, qui plaisent aux yeux beaucoup plus que ne sauraient le faire les ornements inutiles et dès lors nuisibles. »

LECOQ. — Prix de règlement, ou tarif des travaux de **jardinage**. Ouvrage indispensable pour les entrepreneurs et les propriétaires. In-8. 3 fr.

LEFEBVRE (G.), ingénieur. — Moteur Lenoir. **Notice et instruction pratique sur le moteur** à air dilaté par la combustion du gaz d'éclairage. 1 vol. in-18 57 p. fig. dans le texte et 3 pl. 60 c.

LEFOUR — **300 problèmes agricoles**. In-12 de 36 p. 50 c.

LESCURE (O.). — **Géographie** à l'usage des écoles d'architecture d'arts et métiers, des artistes et des gens du monde, 1 vol. 351 pages. 3 fr.

LIGER (F.), architecte. — **Dictionnaire** historique et pratique de la voirie, de la police municipale, de la construction et de la contiguïté. — Pans de bois et pans de fer. 1 vol. in-8. 8 fr.

— **Dictionnaire** historique et pratique de la voirie, de la police municipale, de la construction et de la contiguïté. — Cours et courettes. In-8, avec fig. 2 fr.

— **Jambes étrières** et autres points d'appui dans les bâtiments. In-8, avec fig. 2 fr.

— Constructions en fer. Assemblage des planchers, des pans de fer et des pans de fonte, systèmes brevetés s. g. d. g.. 1 fr.

LIMNELL (C.). — **Tables** relatives au **tracé des courbes** des chemins de fer. In-8, 55 p. 1 fr. 50

LINCOL. — Essai sur l'**Administration** des entreprises industrielles et commerciales. Gr. in-18, 341 p. Relié. 5 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série I, n° 25.

LOTTIN DE LAVAL. — Manuel complet de **lottinoplastique**. l'art du moulage de la sculpture en bas-relief et en creux mis à la portée de tout le monde, sans notions élémentaires, sans apprentissage d'art, précédé d'une histoire de cette découverte. In-12, 96 pages. 2 fr.

LOVE (G.-N.) — **Des diverses résistances et autres propriétés de la fonte du fer et de l'acier**, et de l'emploi de ces métaux dans les constructions. 1 vol. in-8, 391 p. et 2 tabl., avec bois dans le texte. 8 fr. 50

Une bonne table des matières indique un bon livre. Nous ne reproduirons pas celle de l'ouvrage de M. Love, elle comprend plusieurs pages, mais nous indiquerons les titres des chapitres.

Introduction — Allongement du fer, de la fonte et de l'acier. — Résistance finale du fer, de la fonte et de l'acier à la rupture par traction. — Applications usuelles de la fonte et des efforts de traction. — De la résistance à la rupture par traction, de la tôle assemblée par des rivets et accessoirement de la résistance des rivets au cisaillement. — Applications du fer et de l'acier, sous leurs diverses formes, aux appareils et constructions connus dans l'industrie. — De certaines résistances du fer se rapprochant plus particulièrement de la résistances à la rupture par traction.

Un appendice sur les expériences qui restent à faire pour connaître convenablement les propriétés des matières usuelles en France termine l'ouvrage.

LUVINI (Jean). **Tables de logarithmes à sept décimales.** Édition stéréotype, revue avec le plus grand soin. In-16 VIII 368 p. 4 fr.

Les petites tables en usage sont trop petites, les grandes sont trop grandes : M. Luvini s'est arrêté à un juste milieu, en concentrant dans un petit volume la matière des grands, sans rien perdre pour cela des avantages de l'emploi de ceux-ci.

Les tables de M. Luvini contiennent : 1° les logarithmes des nombres jusqu'à 20,040, avec leurs différences et leurs parties proportionnelles ; — 2° les logarithmes naturels et décimaux des nombres premiers plus petits que 1,200 avec vingt décimales ; — 3° les logarithmes des fractions trigonométriques de seconde en seconde pour les 9 premières minutes, de dix en dix secondes pour les deux premiers degrés, de trente en trente secondes depuis deux jusqu'à neuf degrés, de minute en minute depuis neuf jusqu'à quatre-vingt-dix degrés ; — 4° les longueurs des arcs de cercle pour chaque degré, minute et seconde ; — 5° les racines carrées et cubiques des nombres jusqu'à 625 ; — et 6° une table d'éléments d'un usage fréquent.

M

Maçonnerie (V. *Demanet*, *Masselin.*)

MALO (Léon). — **Guide pratique pour la fabrication des asphaltes et bitumes.** 1 vol. in-18, avec 7 pl. Relié. 5 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série D, n° 18.

MASSELIN (O.), auteur de la série de prix adoptés par la Chambre syndicale des entrepreneurs de maçonnerie de la ville de Paris et du département de la Seine. — **Dictionnaire** raisonné

et formulaire du **métré** et de la **vérification** des travaux de terrasse, maçonnerie et carrelage. 1 volume gr. in-8, avec planches. 25 fr.

— **Série de prix** avec sous-détails à l'appui pour le règlement des travaux particuliers de maçonnerie faits dans la ville de Paris. Petit in-folio. 5 fr.

Maurand. — Voir *Prompt Calculateur*.

Merly (J.-F.), charpentier, entrepreneur de travaux publics. — **Livre de poche du charpentier**, applications pratiques à l'usage des chantiers, des élèves des écoles professionnelles, etc. Collection de 140 épures, avec texte explicatif en regard. 1 vol. gr. in-8 287 p. 6 fr.

Ouvrage adopté par M. le ministre de l'instruction publique.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série G, nº 18.

— Album du trait théorique et pratique, **Epures, plans, coupes de charpentes et de pierres de taille** pour servir aux travaux de construction. 2 vol. in-fol. oblong. 20 fr.

Chaque partie se vend séparément. 10 fr.

M. Merly n'est pas un savant qui doit s'efforcer d'oublier la technologi. de l'Ecole pour parler le langage ordinaire de la plupart de ses auditeurs e M. Merly est, au contraire, un ouvrier, un homme pratique qui a cherché d'abord à se faire comprendre par les compagnons de travail auxquels il s'adressait, et qui est arrivé à des démonstrations si claires, à des explications si naturelles, que les théoriciens eux-mêmes ont bientôt eu à s'inspirer de ses travaux. Rien de plus net que ses dessins, rien de plus simple que ses préceptes ; c'est en quelque sorte en se jouant qu'il arrive aux épures les plus compliquées. *L'album du traité théorique et pratique* restera comme une preuve des résultats que peuvent donner l'intelligence, la persévérance et l'amour du travail.

Meunerie. — Construction des moulins de Saint-Maur. — Turbines de Fourneyron. Machine de Mulesbery à nettoyer les grains. In-8, 47 p. et 10 pl. in-folio. 10 fr.

Meunier (E.). — **Traité des causes des sinistres dans les usines.** Guide pratique du manufacturier pour l'emploi des moyens préservatifs des incendies dans les établissements industriels. In-8, 289 p. et 8 pl. 6 fr.

Monge, constructeur.— **Constructions en fer.** Nouveau cours pratique économique de constructions en fer. In-4. 60 p. et 9 pl. in-4 double. 10 fr.

Mulat. — **Traité de Géométrie pratique**, précédé du système

métrique des poids et mesures, et suivi des règles de trois, d'intérêt et d'escompte. 1 vol. in-12, 135 p. 1 fr. 25

Jamais livre n'a mieux mérité le titre de *Traité pratique*. Les éléments de la géométrie y sont expliqués avec une clarté et une simplicité qui les mettent à la porté de toutes les intelligences.

MULLER (É.), ingénieur civil. — **Habitations ouvrières et agricoles**, cités, bains et lavoirs, sociétés alimentaires, détails de construction; formules représentant chaque espèce de maison et donnant son prix de revient en tous pays; statuts, règlements et contrats, conseils hygiéniques, par le docteur A. CLAVEL. 1 vol. gr. in-8, 370 p. et atlas in-folio, de 40 pl. dont une coloriée. *Très-rare.* 80 fr.

N

NICOLET (N.), conservateur des collections de l'ancien institut agronomique de Versailles. — **Atlas de géographie physique et agricole de la France**, contenant la climatologie, la zoologie, la botanique, l'hydrographie, la géologie, l'orographie et la météorologie dans leurs rapports avec l'agriculture, suivi de dix cartes et de documents généraux sur la physique et la météorologie agricoles de l'Europe et du globe. Un volume gr. in-folio, planches coloriées. 40 fr.

Ouvrage honoré de l'approbation du Conseil supérieur de l'instruction publique et de celle de la Société centrale d'agriculture; d'une médaille d'argent décernée par la Société d'encouragement.

NORMAND (Ch.), architecte. — **Recueil varié de plans et façades**; maisons de ville et de campagne, monuments, établissements publics et particuliers. Ces plans sont au nombre de 155. L'ouvrage comprend 65 pl. accompagnées d'un texte explicatif. Nouv. édit. 25 fr.

— **Nouveau parallèle des ordres d'architecture des Grecs, des Romains et des auteurs modernes**. 63 pl. et 2 frontispices. précédé d'un texte explicatif pour chaque planche, in-fol. Nouvelle édition. 40 fr.

— **Le Guide de l'ornemaniste**, ornements pour la décoration des bâtiments. tels que frises, arabesques, panneaux, rosaces, candelabres, vases, etc., gravés au trait et précédés d'un texte. 36 pl. in folio. 25 fr.

— **Cours de perspective pratique**, parallèle de diverses méthodes du dessin de la perspective d'après les auteurs anciens et modernes. Nouv. édit. 1 vol. et atlas. 30 fr.

Cet ouvrage se compose d'un atlas in-4° de 100 pl., précédé d'un frontispice servant d'introduction, et d'une autre planche où sont figurés les différents termes employés dans la perspective, en tout 102 planches.

Le volume de texte, également in-4°, se compose de VIII-139 pages.

Cette nouvelle édition élémentaire et pratique est divisée en 9 parties. Elle est augmentée de 22 planches. Chacune des parties est enseignée par une méthode différente et où leur rapprochement est démontré. Dans la 10e partie se trouvent les perrons, les escaliers, etc. La 11e présente la réflexion des glaces, et la 12e et dernière, les ombres portées par le soleil et celles produites par une lumière factice, comme un flambeau, une lampe, etc., s'y trouvent réunies.

Cette diversité de méthodes est applicable pour l'enseignement de cette science dans toutes les écoles où l'on professe l'art du dessin.

NORMAND — **Le Vignole des architectes et des élèves en architecture.** 1re partie. Ouvrage composé de 36 pl. in-4°, gravées au trait pour le Vignole, et de 6 pl. ombrées pour le tracé des ombres. 12 fr.

— 2e partie contenant des détails relatifs à l'ornementation des cinq ordres d'architecture. 1 vol. in-4. composé de 36 pl. gravées au trait et précédées d'un texte explicatif. 10 fr.

— **Le Vignole des ouvriers**. 1re partie. ou Méthode facile pour tracer les cinq ordres d'architecture. 34 pl. in-4, précédées d'un texte explicatif. 10 fr.

— 2e partie. Cet ouvrage contient un précis du relevé des terrains et de celui des plans de maisons. 36 pl. in 4, avec texte. 12 fr.

— LE MÊME. 3e partie. Cette partie contient les plans, coupes, élévations de 84 projets de maisons d'habitation particulières et de maisons à loyer, etc. 50 pl. in-4, précédées d'un texte explicatif pour chaque planche. 12 fr.

— LE MÊME. 4e partie. Cette partie est spécialement consacrée aux escaliers. Elle traite de leur construction en charpente et en menuiserie. 30 pl. et texte. 10 fr.

NORMAND et REBOULT. — **Etudes d'ombres et de lavis** appliquées aux ordres d'architecture, ou Vignole ombré. 15 pl. in-fol. sur acier avec texte. 18 fr.

O

OPPELT (G.), professeur de sciences commerciales. — **Traité général théorique et pratique de comptabilité commerciale, industrielle et administrative**, à l'usage des commerçants et

des institutions d'instruction publique. Ouvrage adopté pour l'enseignement, et publié sous la direction d'une société d'anciens juges consulaires. 1 vol. in-8, 367 p. et tableaux. 4 fr.

Il existe un si grand nombre d'ouvrages sur la comptabilité, qu'on pourrait presque affirmer que tout a été dit sur cette matière. Ce que l'auteur a voulu, c'est de réunir en un seul cadre tout ce que les meilleurs auteurs ont écrit sur la comptabilité et la tenue des livres, et de présenter un traité tel que, par sa clarté, sa concision et sa simplicité, il puisse se distinguer des ouvrages de cette nature qui l'ont précédé.

En coordonnant méthodiquement son travail, M. Oppelt s'est surtout attaché à développer graduellement toutes les règles, et par conséquent à mettre les explications à la portée de tout le monde.

OPPERMANN (C.-A.). — 300 **projets et propositions utiles**. In-8, 9 fr.

ORTOLAN et MESTA — Guide pratique pour l'étude du **Dessin linéaire** et de son application aux professions industrielles. 1 vol. LXVI-204 pages et un atlas de 41 pl. doubles. Relié. 6 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série A, n° 6.

ORTOLAN (A.), mécanicien en chef de la flotte, avec la collaboration de MM. Bonnefoy, Cochez, Dinée, Gibert, Guipont et Jubel. — Guide pratique de **l'ouvrier mécanicien ou la mécanique de l'atelier**. 1 vol. gr. in-18 jésus, de 627 p. avec 61 fig. dans le texte et atlas de 52 pl. Relié. 12 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série G, n° 6.

— **Étude des machines à vapeur marines, d'après son traité élémentaire.** Deux tableaux de très grande dimension pour l'enseignement (1 mètre sur 1 mètre 25 c.), accompagné chacun d'une légende descriptive et explicative; premier tableau, machine à balancier ; deuxième tableau, machine à hélice à connexion et à mouvement direct. Chaque tableau, en noir, 12 fr.; en couleur, 17 fr.; en couleur, verni collé sur toile avec rouleaux. 25 fr.

P

PALAA (G). — **Engins appareils des grands travaux publics, machines élévatoires, etc.** 73 p., 2 fig. et 13 pl. 9 fr.

PALLADIO (André). — **Œuvres complètes**. Nouvelle édit. contenant les 4 livres, avec les planches du grand ouvrage d'Octave Scamozzi, le traité des Thermes, le théâtres et les églises, rectifiée et complétée par A. Chapuy, Corréard et A. Lenoir, 1 vol. in-fol. Relié. 200 fr.

Papier quadrillé de 2 en 2 millimètres, adopté par les ingénieurs et par les compagnies de chemins de fer. Chaque carnet cartonné, à l'anglaise. 4 fr.

La main, jésus collé. 6 fr.

Paul. — Détails de fabrication des **pierres artificielles**. Voir *Bonneville*.

Penot. — **Institutions privées du Haut Rhin**. 103 p. 1 fr. 50

— Les **cités ouvrières** de Mulhouse et du département du Haut-Rhin, avec la description des bains et lavoirs établis à Mulhouse, 1 vol. gr. in-8, 180 p. 9 pl. et tableaux in-fol. 3 fr. 50

Péraux. — Solution graphique de la **division des cercles** ou des arcs de cercle, du développement total ou partiel de la circonférence et de différents autres problèmes de la géométrie pratique. In-8, 8 p. avec fig. 2 fr.

Périssé (Sylvain) ingénieur des arts et manufactures. — Etude sur les **portes d'écluses à la mer** en France et en Angleterre. 1 vol. gr. in 8, accompagné de 4 pl. 7 fr.

Pernot. (L.T.), officier de la Légion d'honneur, architecte vérificateur des travaux publics. — Guide pratique du **Constructeur**. — Dictionnaire des mots techniques employés dans la construction à l'usage des architectes, propriétaires, entrepreneurs de maçonnerie, charpente, serrurerie, couverture, etc., renfermant les termes d'architecture civile, l'analyse des lois de voirie, de bâtiments et de dessèchement. Nouvelle édition augmentée et entièrement refondue par Camille Tronquoy, ingénieur civil, Gr. in-18, 532 p. Relié. 6 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série C, n° 2.

Péronne (Eug.). — **Guide pratique pour le tracé des courbes sur le terrain.** 1 vol. 66 p. ou tabl., avec fig. dans le texte. 3 fr.

Petit (H.), chef de section au chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, admissible au grade de conducteur des ponts et chaussées. Tables pour le **tracé des courbes circulaires et elliptiques de raccordement**, accompagnées de problèmes et d'applications. In-8 avec planches. 4 fr. 50

Petitcolin et Chaumont. — **Portefeuille des principaux appareils**, machines, instruments et outils employés actuellement dans les différents genres de l'industrie française et étrangère et dans l'agriculture, dessiné par MM. Petitcolin et H. Chaumont, anciens élèves de M. Leblanc et premiers prix du Conservatoire des arts et métiers; ouvrage utile à tous les ingénieurs, aux constructeurs et propriétaires de machines et à tous les élèves des écoles professionnelles. 1 vol. de

texte in-folio oblong et un atlas in-folio de 88 planches. 40 fr.

Les planches se vendent séparément, 75 c.

PICHON, métreur-vérificateur de serrurerie. — **Série de prix** d'après des sous-détails pour servir à l'estimation et au **règlement des travaux de serrurerie**, revue, entièrement modifiée suivant le prix des matières premières et des objets fabriqués, seul tarif adopté par la Société centrale des architectes. In 4, 46 p. 4 fr.

PIERRAGGI. — Enseignement professionnel : la construction des **cartes et des globes**. Gr. in-8. 1 fr.

PRÉVOST-BROUILLET. — Manuel du **tracé des engrenages**. Br. autographiée avec 7 fig. 75 c.

Prompt (le) **calculateur** des arts industriels et du commerce, destiné à réduire, avec la plus grande précision, les poids et mesures de toutes les nations, en système métrique français, par M. Maurand. 10 fr.

La brochure explicative. 1 fr.

PUTEAUX et FOUCHER DE CAREIL (le comte). Constructions civiles, **habitations à bon marché et cités ouvrières**. 1 vol gr. in 8, fig., 15 pl. 9 fr.

Q

QUADGLIA, peintre de l'Impératrice Joséphine. — Le **Père-Lachaise** ou recueil de dessins au trait et dans leurs justes proportions, des principaux monuments de ce cimetière. Atlas in-fol. de 21 pl. 10 fr,

QUÉRUEL (A.), ingénieur. — Constructions civiles. — Les **Travaux du nouvel Opéra**. Br. in-8, et 2 pl. 4 fr.

(Extrait des *Annales du Génie civil.*)

R

RAMÉE (Daniel). — **Le Palais de l'Exposition universelle au** Champ-de-Mars, en 1867. Broch. in-8. 1 fr.

RAUCOURT DE CHARLEVILLE, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur des ponts et chaussées, etc. — **Traité sur l'art de faire de bons mortiers,** et d'en bien diriger l'emploi, ou Méthode générale pratique pour fabriquer en tous pays la chaux,

les ciments et les mortiers les meilleurs et les plus économiques. 2e édit. 1 vol. in-8, 368 p. et 2 pl. Très-rare.

RAUX et VIGREUX, ingénieurs civils. — **Machines-outils à travailler le bois**, grand in-8, 62 p., 1 fig. et 15 pl. 9 fr. 50

RICHARD (Tom.). — Table des **sinus, cosinus, tangentes et cotangentes**, de minute en minute, le rayon du cercle étant 100 000. B., in-8. 1 fr. 50

— **Aide-mémoire général et alphabétique des ingénieurs.** 2 vol. in-8. ensemble de 1,531 pag., accompagné d'un atlas in-4 de 112 planches. 30 fr.

Nous ne nous permettons pas d'analyser l'ouvrage du savant dont nous regrettons la perte; l'Aide-mémoire de Tom Richard se trouve dans la bibliothèque de tout ingénieur qui a pu parcourir un moment cette œuvre qui résume les cours faits au Conservatoire des arts et métiers par cet éminent professeur. La forme alphabétique adoptée par l'auteur offre pour les recherches une facilité désirable pour tous les ouvrages de ce genre.

RINGUELET (H.). **Système métrique** mis à la portée de toutes les intelligences. 1 vol. in-8, 348 p. 3 fr. 50

ROBINET. — **Cours de lavis**, appliqué à l'enseignement du **dessin d'architecture et des machines**, avec un texte descriptif. 3e édit., gr. in-fol., 12 p. et 50 pl. 25 fr.

ROHAULT DE FLEURY (Georges). — **La Toscane au moyen âge.** — Architecture civile et militaire. 2 vol. gr. in-fol, de 68 planches gravées sur acier et imprimées en bistre, avec 12 feuilles de texte, papier et impression de luxe. 90 fr.

Extrait de la Table des planches.

Palais de la Seigneurie, à Florence; loge de la Seigneurie, à Florence; palais du Podestat, à Florence; marché aux grains, à Florence; porche de Rigallo, à Florence; loges, à Florence; pont Vecchio, à Florence; colonnes crucifères, à Florence; Fortifications de Florence; palais publics de Pistoie; tours Seigneuriales, à Pise; fortifications de Lucques; palais et maisons de Pise; fortifications de Pise; Cascina.

RONDELLE — Album de **l'ameublement.** (400 modèles). In-8. 6 fr.

ROUS (Michel). — **Abaque népérien.** In-8, 52 p. 2 fr.

— Fabrication et usage des **machines à calculer.** Gr. in-8 et fig. 1 fr.

ROY. — Architecture des **ponts et viaducs**. 92 pages et 8 pl. devenu rare.

ROZAN (Ch.), professeur de mathématiques. — Leçons de **Géométrie élémentaire**. 1 vol. 262 pag. et un atlas de 31 planches doubles gravées. Relié. 6 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série A, n° 3.

S

SAUVAGET (E.), métreur-vérificateur. — Manuel des prix de **menuiserie**, contenant les prix tout faits des ouvrages ordinaires et donnant de suite leur valeur totale sans aucun détail de métré. 1 vol. in-32. 3 fr.

SCHWAEBLÉ (P.), ingénieur. — Emploi des **fers Zorès**. 8 pages in-4 et 6 pl. 10 fr.

— et DARRU (A.), architecte de la compagnie parisienne du gaz. — Emploi des **fers Zorès**, dans la construction des planchers. In-4 et 6 pl. doubles. 10 fr.

SELLA (Quintino), ministre des finances du royaume d'Italie, etc., etc. — Théorie et pratique de la **règle à calcul**, traduit de l'italien par G. Montefiore-Levi. In-18, 133 p. avec tableaux. Cartonné. 4 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série A, n° 1.

T

TABELLION, chef d'institution à Nancy. — **Cours d'arithmétique**. In-8, 350 p. 5 fr.

Tarif de céramique. (Voir *Céramique*.)

Tarif de cubage des **bois** équarris et ronds, évalués en stères et fractions décimales du stère, par J. A. Francon, cubeur juré de la ville de Lyon. 1 vol. in-18 jésus, 363 pages. 4 fr.

Bibliothèque des professions industrielles et agricoles, série C, n° 8.

THEYS (L.-F. T.), arpenteur-géomètre. — Table des sinus pour la levée des **plans de mines**, et pour faciliter quelques opérations de trigonométrie, calculés jusqu'à 100 mètres, à l'usage des ingénieurs, arpenteurs, géomètres, exploitants et directeurs de mines. — Approuvées par M. Cauchy, ingénieur en chef des mines, 1 vol. gr. in 8. 6 fr

TONDEUR. — **Leçons de sténographie.** 1 fr.

TRÉLAT (Emile), directeur de l'Ecole spéciale d'architecture. — Le **Sitellarium.** — Etude de composition architecturale. In-8, 63 pages. 1 fr,

— **Etudes architecturales.** 3 fr.

— **Le Théâtre et l'architecte.** In-8. 2 fr.

TREMTSUK (C.-A.). — Recueil de décrets et ordonnances, instructions, décisions réglementaires sur les **machines à feu fixes ou locomotives.** 1 vol. in-8, 293 p. ou tableaux et 4 grandes planches. 7 fr. 50

V

VAN ALPHEN, métreur vérificateur de serrurerie. — **Manuel calculateur** du poids des métaux employés dans les constructions. Nouvelle édition. 1 vol. in-8, 83 p. 5 fr.

Ce manuel contient les tableaux de la classification nouvelle des fers unis divers, des feuillards et de la tôle; 36 tableaux de poids de 1,100 échantillons divers de fers unis; 5 tableaux de poids de 25 épaisseurs de tôle, 14 tableaux de poids de toutes les fontes employées journellement dans les bâtiments: 9 tableaux de poids du plomb, zinc et cuivre rouge, etc., etc.

Cette énumération prouve que le Manuel calculateur est indispensable à toutes les personnes qui s'occupent du bâtiment.

VAN PETEGHEM. — **Histoire de l'enseignement** de l'art du dessin depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, 2e édition, in-4, 172 p. et pl. 6 fr.

VAUCOURT géomètre. — **Tables donnant le cube des bois selon leurs divers emplois.** 1 vol. in-8, 399 p. 6 fr.

VENE (A.), ingénieur. — **Mémoire** sur la loi que suivent les pressions, et sur l'application de cette loi à la **pratique des constructions,** In-4, 13 p. et 1 pl. 2 fr.

VIGREUX et RAUX, ingénieurs civils.—**Théorie pratique de l'art de l'ingénieur,** du constructeur de machines et de l'entrepreneur de travaux publics. Ouvrage comprenant les introductions ou connaissances théoriques et leurs applications directes à toutes les branches de l'industrie et des travaux publics ; précédé d'une lettre aux auteurs, par M. Ch. Callon, ingénieur civil, professeur à l'École centrale des arts et manufactures

Prix de la souscription pour l'ouvrage complet, 250 francs.

Le prix des fascicules achetés isolément est fixé à :

2 fr. pour chaque introduction;

3 fr. pour chaque projet de la partie didactique (mémoire et planches).

5 fr. pour chaque projet de la partie d'application (mémoire et planches).

En vente :

1re Livraison. Série *A*, 1re Introduction, **Résistance des matériaux**, 72 pages, 44 figures dans le texte. 2 fr.

2e — Série *A*, Mémoire du projet no 1, **Transmission de mouvement par engrenages pour un laminoir**. 56 pages, 3 pl. grand aigle. . . . . 3 fr.

3e — Série *B*, 1re Introduction, **Cinématique**. 128 pages. 69 figures. . . . . 2 fr.

4e — Série *B*, Mémoire du projet no 1, **Tracé des engrenages**. 80 pages et 3 pl. in folio. . . . . 3 fr.

5e — Série *A*, 2e Introduction, **Résistance des matériaux**. 125 pages, 57 figures dans le texte. 2 fr.

6e — Série *A*, Mémoire du projet no 2, **Comble en fer à grande volée**, du système Polonceau p. 102 et 3 pl. grand aigle. . . . . 3 fr.

7e — Série *A*, 3e Introduction, **Résistance des matériaux**. Pages 127 à 196, fig. dans le texte. 2 fr,

8e — Série *A*, Mémoires du projet no 3, **Murs de soutènement**. Pages 103 à 162 et 2 planches grand aigle. . . . . 3 fr.

9e — Série *E*, 1re Introduction, **Mécanique appliquée**. In-8, pages 1 à 194, figures 1 à 34. . . 2 fr.

10e — Série *E*, **Mécanique appliquée**, projet no 1. — Calculs de frottements. — Étude d'un treuil à engrenages, muni du frein automoteur de MM. Tanney et Maîtrejean. . . . . 3 fr.

11e — Série *E*, Mémoire du projet no 2, **Calcul des dimensions d'un frein de Prony**. in-8, p. 49 à 84, pl. 14 et 15 gr. in-fol. 3 fr.

VINOT (J.). **Calculs faits à l'usage des industriels**. — Nouvelle édition des calculs faits de Lenoir. Recueil de tables et de cal-

culs à l'usage des chefs d'ateliers, des contre-maîtres, des ouvriers. 1 vol. in-18. e c., Cartonné. 4 fr.

Les 96 tables différentes qui composent ce livre répondent à toutes les questions que peuvent avoir à résoudre un géomètre, un constructeur, un industriel, un capitaliste quelconque. Outre les tables, l'auteur indique un grand nombre de formules avec des exemples pour en faciliter l'application.

La précédente édition avait été revue par Grouvelle et Champonnière.

Z

ZIEGLER (J.). — **Études céramiques**, recherche des principes du beau dans l'architecture, l'art céramique et la forme en général. 1 vol. in-8 de 348 pages, avec gravures et atlas de 12 pl. grand in folio. 100 fr.

ZORÈS. — Système de **voies ferrées**, in-4. 10 fr.

— Album contenant les profils, assemblages, dispositions, armatures, suspensions et entretoisages des fers Zorès, suivi de leurs diverses applications à la construction. 1 vol. in-folio, orné de 16 pl. 25 fr.

OMISSIONS

DANS LES 1er ET 2e CHAPITRES DU CATALOGUE GÉNÉRAL

ACHARD (Félix). — **La réforme des hopitaux** par la **ventilation** renversée, et la charpie organisée, au point de vue de la guerre par le corps médical. In-8 59 p. et 1 pl. 3 fr.

Extrait des *Annales du Génie civil.*

Album de Machines-Outils de la Société des grands chantiers et ateliers de l'Océan. Cet Album est imprimé sur format 1/2 raisin. il contient 40 planches et 20 pages de texte. 20 fr.

AUBRY. — **Chemin de fer économique**, par l'application des courbes de petits rayons. Principe général du système et disposition particulière du matériel mobile pour chemins de fer départementaux, vicinaux et d'intérêt local. In-4, 8 p. et 3 pl. 3 fr.

BROISE et THIEFFRY, autographes. **Album encyclopédique des chemins de fer**, publication autorisée par les compagnies. Chaque livraison mensuelle se compose de 12 pl. demi-gr. aigle. Prix de la livraison : 4 fr.

47 livraisons ont paru.

Dictionary of Engineering. Now in course of Publication, spons' *dictionary of Engineering*, civil, mechanical, military, and naval, with technical terms in french, german, italian, and spanish. edited by oliver byrne, compiler and editor of appletons' dictionary of mechanics, etc., etc. To be completed in about 42 parts, imperial 8vo size, 64 pp., at 2s. each. The whole illustrated by many thousand engravings. Also in divisions, each containing 6 parts, handsomely bound in cloth, at 13s. 6d. each. Parts 1 to 30 and divisions 1 to 5 now ready.

DUPLAIS (aîné). — **Traité de la fabrication des Liqueurs et de la distillation des Alcools,** contenant les procédés les plus nouveaux pour la fabrication des liqueurs françaises et étrangères, fruits à l'eau-de-vie et au sucre, sirops, conserves, eaux et esprits parfumés, vermouths, vins de liqueur; suivi du **Traité de la fabrication des Eaux et Boissons gazeuses** et de la description complète des opérations nécessaires pour la **Distillation des Alcools.** 3e édit. revue et augmentée par *Duplais* jeune. 2 vol. in-8, avec figures dans le texte et 15 planches. 16 fr.

DU MONCEL (le comte Th.). **Exposé des applications de l'électricité. Technologie électrique,** 3e édition entièrement refondue, devant former 4 vol. En vente les T. I, et II. 2 forts vol. gr. in-8. 25 fr.

Les Tomes III et IV sont sous presse et paraîtront prochainement.

Souscription aux 4 volumes. Prix : 40 fr.; relié, 48 fr. Chaque volume se vend séparément, 12 fr. 50; cartonné à l'anglaise. 14 fr.

Grande collection de 50.000 sujets scientifiques industriels et agricoles, ouvrage indispensable *aux auteurs et aux éditeurs.* Mécanique, topographie, instruments de précision, architecture, chemins de fer, ponts, construction maritime, art militaire, ensemble et détails des machines à vapeur fixes, marines et locomobiles, minéralogie, sondages, mines, les différentes branches de la chimie appliquée à l'industrie et à l'agriculture, histoire naturelle, instruments aratoires, constructions rurales, etc. Jardinage, etc., etc., se compose de 3 livraisons gr. in 8 de 8 feuilles renfermant 101 vignettes sur bois. Prix : 5 fr. la livraison. Le cliché de chacun de ces sujets se vend au bureau de la publication.

Le tarif se trouve en tête de chaque livraison.

GRANGIER (E.), ingénieur civil. — Des économies à apporter dans **la construction et l'entretien des chemins de fer** et des moyens de prévenir les **invasions en temps de guerre.** Nouveau système de rails. 1 vol. in-8 avec pl. 2 fr.

LEBLANC. — **Le Mécanicien constructeur, ou Atlas et description des organes des machines ;** œuvre posthume de Leblanc,

professeur et conservateur des collections au Conservatoire des arts et métiers ; ouvrage à l'usage des Écoles d'arts et métiers et formant le complément du Choix de modèles appliqués à l'enseignement du dessin des machines publié par madame Leblanc. La 1re partie revue, corrigée et augmentée par M. Félix Tourneux, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique ; la 2e et la 3e partie, par M. L. Chaumont, ancien élève de M. Leblanc et premier prix du Conservatoire des arts et métiers. 1 vol. in-4 de 153 p. et atlas de 59 planches in-folio. 20 fr.

Luppi (le Dr G.), — **Dictionnaire de Sericologie,** comprenant l'art de produire la soie et de l'apprêter, synonymie en cinq langues, texte français. 1 vol. 8 fr.

Recueil des machines. (Voir *Leblanc.*)

Rondelet (A.), architecte. **Étude sur la question relative aux scamili impares.** In-4, 12 p. et 1 pl. 2 fr.

— **Étude sur la coupole du Panthéon de Rome.** Broch. in-4, 12 p. 3 pl. 3 fr.

Stéculorum (P.), ingénieur. — **Du traitement des dissolutions salines** pour l'obtention du sel raffiné. Br. in-8 avec pl. 1 fr. 50

PÉRIODIQUES FRANÇAIS.

Annales du Génie civil. Publication mensuelle, 13e année. Paris, 20 fr. France, 25 fr. Etranger, 30 fr. Pays d'outre-mer. 35 fr.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, mensuel, 43e année. France, 18 fr. Étranger. 25 fr.

Mémoires et comptes rendus de la Société des ingénieurs civils de France, trimestriel, 25e année. Paris, 20 fr. France, 25 fr. Étranger. 30 fr.

Portefeuille des Conducteurs des ponts et chaussées et des **Garde-mines.** Publié par la Société, 12e série. Prix de l'abonnement : 15 fr.

Recueil des travaux de la Société des anciens élèves des Ecoles d'Arts et Métiers, annuel. 25e année. Prix de chaque année. 10 fr.

Paris. — Imprimerie Polytechnique de E. Lacroix, 54, rue des Saints-Pères.